DER BAUINGENIEUR

9. Jahrgang 24. Februar 1928 Heft 8

ÜBER BESTIMMUNG VON SPANNUNGSZUSTÄNDEN IN ELASTISCHEN KÖRPERN MIT HILFE VON VERSUCHSMODELLEN.[1]

Von Dr.-Ing. Rudolf Bernhard.

Bei der Bestimmung von Spannungen auf rein rechnerischem Wege ergeben sich sowohl bei der Ermittlung der genauen Spannungsverteilung innerhalb verwickelter Querschnitte als auch bei vielfach statisch unbestimmten Systemen, z. B. von Brückentragwerken, Schwierigkeiten, die bisher nur mit Hilfe von außerordentlich langwierigen Rechnungen gelöst werden konnten. Um diese, nur von geübten Mathematikern auszuführende Rechenarbeit möglichst abzukürzen, sind verschiedene Wege eingeschlagen worden, und zwar mit Hilfe von Versuchsmodellen, die den zu untersuchenden Gebilden nachgeformt werden. Die Hauptfrage bei sämtlichen derartigen Versuchen ist die, ob Modelle in ihrem Verhalten, sei es elastischer oder optischer Natur, genügend genau den wirklich zu untersuchenden Objekten entsprechen, um daraus Rückschlüsse mit Sicherheit bzw. ausreichender Genauigkeit ziehen zu können. Letzten Endes spielt für die Praxis des Ingenieurs natürlich die einfache Handhabung der Apparate sowie leichte Auswertung der Beobachtungsergebnisse eine wesentliche Rolle, damit z. B. auch jeder Hilfstechniker an Stelle eines mathematisch geschulten Ingenieurs damit arbeiten kann.

Als Material für diese der Wirklichkeit nachzubildenden Modelle kommen entweder Stahlstäbe, die entsprechend zusammengesetzt werden müssen, oder Zelluloid- und Glasplatten, die ausgesägt werden können, in Frage. So sind in der Hauptsache vier Systeme auf dieser Grundlage bisher ausgebaut worden.

Die von Chr. Rieckhoff[2], Darmstadt, und auch die von Otto Gottschalk[3], Buenos Aires, erfundenen Apparate benutzen verschieden lange und dicke Stahlbänder, welche mit besonders dazu ausgebildeten Haltern zu entsprechenden Modellen zusammengefügt werden. Bei den Apparaten von Prof. Beggs[4], Princeton, USA., und bei denen von Prof. Coker, London, werden dagegen verschieden dicke Zelluloid- oder Glasplatten benutzt. Die Apparate von Prof. Beggs und Prof. Coker hatte Verfasser Gelegenheit, persönlich, einschließlich Durchführung einiger Versuche, sich in Amerika bzw. England von den Erfindern vorführen zu lassen. Der Vorteil bei Verwendung von Stahlbändern liegt vor allem darin, daß das Material des zu untersuchenden Objektes in den vorliegenden Fällen meist auch Stahl oder wenigstens ein Stoff mit annähernd derselben Elastizitätszahl sein wird; der Nachteil ist, daß für die in der Praxis vorkommenden Fälle der Zusammenbau eine sehr große Zahl von verschieden geformten Stahlbändern erfordert. Um z. B. bei Brückentragwerken nur die veränderlichen Trägheitsmomente auszugleichen, sind bereits verschieden dicke bzw. durch Zusammenklemmen streckenweise zu verstärkende Stahlbänder erforderlich; aus Zelluloidplatten können dagegen die verwickeltsten Formen (einschl. Knotenbleche oder Vouten) leicht und schnell ausgesägt und durch Abfeilen oder Aufkleben von Zelluloidstreifen nachträglich noch den Rechnungsergebnissen angepaßt werden.

Während die zuerst genannten drei Methoden, die im „Bauingenieur" schon beschrieben worden sind, nur kurz verglichen werden, soll auf die experimentelle Methode zur Bestimmung von Spannungszuständen in elastischen Körpern nach Prof. Coker, London, die sogenannte Photoelastizität, näher eingegangen werden, da sie ein allgemeineres sowie wirtschaftlicheres Interesse wegen ihrer neuen Ergebnisse beanspruchen darf und in der deutschen Literatur noch nicht im Zusammenhang veröffentlicht worden ist.

Der Apparat von Chr. Rieckhoff dient zur Vereinfachung der Berechnung von beliebig geformten Stabzügen und geht von der Bestimmung der Nullpunkte aus. Stahlstäbe verschiedener Länge und Dicke können mit besonders ausgebildeten Schraubzwingen zu Modellen zusammengebaut werden, die entsprechend einer nachzubildenden Belastung deformiert werden. Dort, wo die Stahlstäbe ihre Wendepunkte haben, liegen auch die gesuchten Momentennullpunkte, welche für den gerade vorliegenden Belastungsfall die Wirkung von Gelenken haben. Sie verwandeln daher das vorher statisch unbestimmte System in mehrere statisch bestimmte Tragsysteme, deren Auswertung nach den elementaren Regeln der Statik möglich ist. Da nun das Modell stets nur einer Belastung gleichzeitig, und zwar einer Einzellast ausgesetzt werden kann, sind für die verschiedensten Belastungsfälle Formeln für die sogenannten Ersatzkräfte aufgestellt. Diese Belastungsgleichwerte müssen nach Lage und Größe bestimmt werden, um das Modell damit deformieren zu können. So einfach das Grundprinzip erscheint, so viele Hindernisse bietet die praktische Durchführung. Die oft wünschenswerte Übertragung der Biegungslinien von dem etwa 1 cm über dem Papier befindlichen Modell, die Schwierigkeit bei der erforderlichen, haarscharfen Bestimmung der Nullpunkte und schließlich die doch ziemlich erhebliche, ohne Modell nicht wesentlich größere Rechenarbeit bei verwickelteren Systemen sind Nachteile, die dieser Methode nun einmal anhaften. Die Genauigkeit liegt daher etwa bei 5 %, bei verwickelteren Systemen bei etwa 10 %.

Bei dem Verfahren von Otto Gottschalk werden vor allem kontinuierliche Balken untersucht. Die Apparatur besteht ebenfalls aus einer großen Zahl von Stahlbändern, die aber an einer festen Stahlschiene mit Hilfe von besonderen, darauf gleitenden Haltern geführt sind. Auch hier können die Stahlbänder zu ganz bestimmten Deformationen gezwungen werden. Nach dem bekannten Maxwell'schen Satz von der Gegenseitigkeit der Verschiebungen stellen dann ihre Biegungslinien unter gewissen Bedingungen auch die Einflußlinien des durch eine beliebige äußere Kraft verschobenen Punktes dar. Zur Ermittlung von Momenteneinflußlinien wird die Tatsache benutzt, daß der Winkel, den alle Momenteinflußlinien an ihrem Brechpunkt bilden, einen bestimmten, konstanten Wert hat. Dadurch, daß ein Zusammenbau verwickelterer Systeme mit dem Continostat von Gottschalk nur in beschränktem Maße möglich ist[5], ergibt sich ein erheblicher Nachteil gegenüber dem erstgenannten Nupubest-Verfahren, das übrigens zur Bestimmung von Einflußlinien in derselben Weise wie der Gottschalksche Apparat verwendet werden kann; dagegen muß als Vorteil die größere Genauigkeit, etwa 5 %, und die bedeutend kleinere Rechenarbeit zugunsten des Continostats angeführt werden.

Die von Prof. Beggs erfundene Methode beruht ebenfalls auf der Bestimmung von Einflußlinien auf Grund von elastischen, allerdings nur mit Mikroskopen meßbaren Deformationen, jedoch werden hier Zelluloid- oder Pappmodelle benutzt. Das Verfahren kann also für alle Gebilde unbeschränkt verwendet werden, mögen sie noch so verwickelte Formen haben und so vielfach statisch unbestimmt sein, die sich aus Zelluloid oder Pappe ausschneiden lassen. Stählerne Verformungslehren dienen dazu, das Modell durch Erteilung einer genau gegebenen äußerst kleinen Verschiebung oder Drehung, je nachdem, ob Normal- oder Querkräfte bzw. Momente erzeugt werden sollen, zur Deformation im Sinne der gesuchten Einflußlinie zu zwingen. Das am Punkt der zu untersuchenden Einflußlinie zerschnittene Modell wird mit den beiden veränderlichen Teilen der Verformungslehren fest verbunden; die beiden Teile können dann beliebig durch Einstecken von zwei Paar genau kalibrierten kreisrunden Stöpseln parallel verschoben, durch Vertauschen von zwei verschieden großen, kreisrunden Stöpseln gedreht und durch Umlegen von zwei rechteckig geformten Stöpseln parallel gegeneinander verschoben werden. Die dadurch hervorgerufenen, außerordentlich kleinen Deformationen des gesamten Modells werden nun mit Hilfe von Mikroskopen mit Okularschraubenmikrometern abgelesen und ergeben nach Multiplikation mit dem Verschiebungsmaßstab unmittelbar die gesuchte Einflußlinie. Die Frage, ob eine Übertragung der aus den Zelluloidmodellen gewonnenen Ergebnisse ohne Bedenken auf das wirkliche Objekt möglich ist, kann in bejahendem Sinne beantwortet werden. Gerade um mit den elastischen Deformationen unter allen Umständen innerhalb des Hook'schen Gesetzes zu bleiben, wird ja das Modell nur derartig kleinen Verschiebungen unterworfen, daß dessen Querschnittbeanspruchungen besonders gering bleiben und somit weit unter der Elastizitätsgrenze liegen. Die Folge davon ist, daß sogar die mit Pappmodellen ausgeführten Versuche keine irgendwie bemerkenswerten Abweichungen von den rechnerischen Ergebnissen gezeigt haben und für die ersten Überschlagsberechnungen ohne weiteres verwendet werden dürfen. Die

[1] Ueber das Thema hat Verfasser auch in der Gesellschaft für Bauingenieurwesen, Ortsgruppe Brandenburg, einen Vortrag gehalten, vgl. S. 144.

[2] vgl. Bauingenieur 1926, Heft 4.

[3] vgl. Bauingenieur 1924, Heft 9.

[4] vgl. Bauingenieur 1924, Heft 20.

[5] Vergl. Zeitschrift des V. d. I., Jahrg. 1926, Heft 48.

zu erzielende Genauigkeit liegt bei etwa 2 %. Dadurch, daß im Modell sämtliche Knotenpunktsverbindungen des Eisenbaues oder Vouten des Betonbaues ohne Mehrarbeit nachzubilden sind, wird man nach Ansicht des Erfinders unter Umständen sogar Ergebnisse erhalten, die eine größere Genauigkeit als die üblichen mathematischen Rechnungen aufweisen. Der Vorteil des Verfahrens beruht auf der Möglichkeit, selbst die allerverwickeltsten Systeme ohne irgendwelche Schwierigkeiten auf diese Weise herzustellen und zu untersuchen, so daß z. B. für eine Brücke die verschiedensten Tragwerke in kürzester Zeit ausgeschnitten, deformiert, berechnet und den Ergebnissen entsprechend umgeformt und auch verglichen werden können. Einen Nachteil bildet die Empfindlichkeit gegen Temperaturänderungen und bei Pappmodellen wohl auch gegen Feuchtigkeit.

Als viertes und letztes Verfahren sei nun die Polarisationsmethode etwas genauer beschrieben. Die Tatsache, daß Spannungsänderungen durchsichtiger Körper sich durch gewisse Farberscheinungen im polarisierten Licht bemerkbar machen, ist seit langem bekannt (Versuche von David Brewster im Jahre 1816[6]). Die systematische Auswertung, vor allem aber wie bisher nicht bloß qualitativ, sondern jetzt auch quantitativ, ist erst von Prof. E. G. Coker[7], London, weiter ausgebaut worden, so daß dadurch eine praktische Verwendung für den Ingenieur erst möglich wird. Der Hauptvorteil dieser Methode gegenüber allen rechnerischen und mechanischen Verfahren liegt darin, daß für ein beliebiges Flächenelement, durch Bestimmung der beiden es beanspruchenden Hauptspannkräfte nach Größe und Richtung, sein Spannungszustand eindeutig festgelegt werden kann. Dies geschieht durch direkte, fortlaufende Beobachtung der allmählichen Veränderungen an Versuchsmodellen im Laufe beliebig wachsender bzw. kleiner werdender Belastungen irgendwelcher Art. Die große Anschaulichkeit, die in einer dem Auge sichtbar gemachten, fortlaufenden Verfolgung der inneren Vorgänge liegt, bildet für jeden Naturwissenschaftler wohl das wertvollste und lehrreichste Bild, das ihm Aufschluß über die Arbeitsvorgänge innerhalb des Materials geben kann.

Als Anwendungsmöglichkeiten auf dem Gebiete des Bauingenieurwesens seien die noch teilweise unaufgeklärten, genauen Krafteverteilungsvorgänge sowie die Lage und Verschiebung der neutralen Achse während der Belastung, bei Nietverbindungen, Knotenblechen, exzentrisch beanspruchten Druckstäben, Nebenspannungen von Fachwerkanschlüssen und Augenstäben, Temperatureinflüssen jeglicher Art, sowie bei Zerreiß-, Druck- und Faltversuchen, einschließlich Einwirkung der Einspannung der Versuchskörper angeführt; auf dem Gebiete des Maschineningenieurwesens sind vor allem die Kraftverteilungsvorgänge bei der Bearbeitung des Materials, bei Rissen und Schrammen, Einwirkung von kreisrunden und elliptischen Löchern, Einkerbungen, Kröpfungen, Spannungsverteilung in Ringen, Federn, Schrauben, Turbinenradschaufeln, bei Berührungsdruck, z. B. von Walzen (Lagern) und Rädern und dergleichen, genauer zu verfolgen. Auch Versuche an größeren Modellen z. B. an Brückentragwerken und auch verschieden gelagerten ebenen Platten (Bootsdecke), sind bereits durchgeführt. Alle diese Arbeiten sind z. T. schon nach dieser Methode in Angriff genommen worden und haben zu wertvollen Ergebnissen geführt, auf die im Rahmen dieses Berichtes leider nicht näher eingegangen werden kann.

Bei den sonst üblichen Methoden des Bauingenieurs, gleichgültig, ob sie auf rein rechnerischer Grundlage (Elastizitäts- oder Verformungs-Theorien) oder auch auf mechanischem Wege durch Messung von Durchbiegungen (Nupubest, Continostat, Begg) beruhen, wird erst über den Umweg durch Bestimmung von Momenten, Quer- und Normalkräften, der Spannungszustand meistens nur für gewisse, leicht faßbare Punkte innerhalb eines Querschnittes bestimmt. Bei der Polarisationsmethode liegt der grundsätzliche Vorteil darin, daß die Spannungen eines beliebigen Punktes direkt aus den Messungen an dem entsprechenden Flächenteilchen, und zwar gleich in der richtigen Verteilung über den ganzen Querschnitt gefunden werden können, wobei die dauernde Sichtbarkeit aller Vorgänge noch als weiterer Vorteil mitgenommen wird.

Auf die mathematisch-optischen Ableitungen und Beweise soll hier nicht näher eingegangen werden, sondern die Theorie nur so weit beschrieben werden, wie sie zur Erklärung der praktischen Anwendung für den Ingenieur erforderlich ist. Jeder Spannungszustand einer Fläche ist dadurch eindeutig festgelegt, daß die beiden zueinander rechtwinklig stehenden Hauptspannkräfte P und Q, die in jedem Flächenelement wirken, nach Größe und Richtung bestimmt werden. Durch Einteilen jeder Fläche in ein Netzwerk von rechtwinklig aufeinanderstehenden Kurvenscharen in Richtung der beiden Hauptspannkräfte, den sogenannten Hauptspannungstrajektorien, und Bestimmung der Größe von P und Q in jedem Schnittpunkt läßt sich das Ergebnis auch zeichnerisch leicht darstellen (Abb. 1). Die Bestimmung der Richtung der Hauptspannkräfte P und Q, sowie der Differenz (P—Q) geschieht auf optischem Wege mit Hilfe von polarisiertem Licht, die Bestimmung der Summe (P+Q) auf mechanischem Wege durch Dickenmessungen. Die optische Messung ergibt nur die Verbindungslinien gleicher Hauptspannkraftneigungen, die sogenannten Isoklinen und somit auch die Trajektorien einer Ebene, sowie die (P—Q)-Werte, die dann durch die Dickenmessungen zum Ausgleich der räumlichen Ausdehnung, durch die (P+Q)-Werte, ergänzt werden müssen, wie später weiter ausgeführt wird. Drei getrennte, voneinander völlig unabhängige Messungen sind also, um P und Q nach Größe und Richtung und somit den gesamten Spannungszustand zu finden, erforderlich.

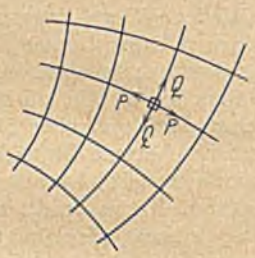
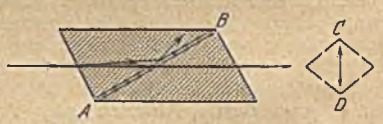


Abb. 1. Hauptspannungstrajektorien.

1. Die optischen Messungen.

Gewöhnliches weißes Licht setzt sich aus einer beliebigen Anzahl verschieden großer Wellenlängen (im Gebiete der sichtbaren Lichtschwingungen von etwa 0,4 μ bis 0,75 μ) zusammen. Einfarbiges Licht weist nur eine ganz bestimmte Wellenlänge auf. Unter ebenpolarisiertem Licht versteht man im Gegensatz zu gewöhnlichem oder einfarbigem Licht, das in beliebig vielen Ebenen schwingt, Licht, das nur in bestimmten Ebenen schwingt. Ebenpolarisiertes Licht schwingt in einer Ebene, kreisförmig polarisiertes Licht in zwei aufeinander senkrechten Ebenen mit gleicher Amplitude. Man erhält ebenpolarisiertes Licht bei Durchgang eines Lichtstrahls durch bestimmte, anisotrope Körper oder unter gewissen Bedingungen bei der Reflexion bzw. Durchdringung von Glasplatten. Bei den vorliegenden Messungen werden isländische Kalkspatkristalle verwendet, die die Eigenschaft der Doppelbrechung aufweisen. Sie zerlegen das Licht in zwei ebenpolarisierte Strahlen, den ordentlichen und den außerordentlichen. Nur der außerordentliche Strahl wird bei einem Nicolschen Prisma, das aus zwei mit Kanadabalsam zusammengekitteten Kalkspatkristallen besteht, durchgelassen; der ordentliche Strahl wird durch totale Reflexion an der Kanadabalsamschicht abgelenkt und von der Kristallfassung absorbiert (Abb. 2). Der durchgehende außerordentliche Lichtstrahl wird nun in einen in Richtung der



A—B Trennschicht der mit Canadabalsam zusammengekitteten Prismenkeile.
C—D Schwingungsebene des außerordentlichen Strahles.
Abb. 2. Nicol'sches Prisma.

[6] Arbeiten auf demselben Gebiet stammen u. a. von I. E. Neumann, Prof. Mesnager, K. Wieghardt, Prof. Filon, Fr. Rinne und O. Hönigsberg.

[7] Die folgenden Abb. sind teilweise den von Prof. Coker freundlichst zur Verfügung gestellten, umfangreichen, englischen Veröffentlichungen entnommen.

optischen Ebene dieses (ersten) Nicolschen Prismas (Polarisator)[8] schwingenden, ebenpolarisierten Strahl verwandelt. Durch ein zweites Nicolsches Prisma (Analysator), dessen optische Achse winkelrecht zu der Achse des ersten Prismas steht, und das also nur Licht in parallel zur optischen Achse dieses zweiten Prismas schwingenden Ebenen durchläßt, wird daher der erste, dazu winkelrecht schwingende Strahl völlig ausgelöscht. Es entsteht das sogenannte Dunkelfeld bei gekreuzten Nicols. Eine Störung zwischen den beiden Nicols macht sich im Dunkelfeld durch Farberscheinungen (Interferenzfarben) bemerkbar.

a in beliebigen Ebenen schwingendes Licht.
A Polarisator (I. Nicol).
B Ebenpolarisierter Strahl.
C Versuchsstück, beansprucht durch die Hauptspannkräfte, p und q.
D u. E in Richtung der Hauptspannkräfte zerlegte ebenpolarisierte Strahlen.
F Analysator (2. Nicol).
f Komponenten der nach Durchgang durch F in Richtung der optischen Achse des Analysators schwingenden Strahlen D u. E.

Abb. 3. Schematische Darstellung des Strahlenganges durch ein beanspruchtes Versuchsstück zwischen gekreuzten Nicols (Dunkelfeld).

Jeder glasartige Körper verändert einen durchfallenden, z. B. durch das erste Nicol ebenpolarisierten Strahl nur, wenn er sich in gespanntem Zustand befindet; er wird dann doppelbrechend, und zwar zerlegt er den Strahl in zwei ebenpolarisierte Strahlen parallel zu den infolge seiner Beanspruchung entstandenen Hauptspannkraftrichtungen (Abb. 3). Beide Strahlen erhalten eine relative Phasenverschiebung je nach der Dichtenveränderung des Materials als Folge der ausgeübten Beanspruchung; erst hinter dem zweiten Nicol (Analysator) wird dieser Vorgang als Störung des Dunkelfeldes in leuchtenden Farbenerscheinungen durch Interferenz (Überlagerung zweier in gleicher Ebene ebenpolarisierter Strahlen) bemerkbar (vgl. Abb. 3). Entsprechend der Spannung durchlaufen diese Farben mehrmals sämtliche Regenbogenfarben und können, wie später gezeigt wird, als Maßstab der Spannungsgrößen verwendet werden.

Eine den Farben entsprechende vergleichende Aufeinanderfolge der relativen Zug- und Druckspannungen sieht folgendermaßen aus:

	Farbe	Verhältniszahlen
1. Farbreihe:	schwarz	0
	grau	3,5
	weißlich	5,5
	strohgelb	8
	orange	10
	rot	10,5
	purpurrot	11
2. Farbreihe:	blau	13
	gelb	18
	rot	21 (2 × 10,5)
	purpurrot	22 (2 × 11)

Bei der ersten optischen Messung zur Bestimmung der Richtung der Hauptspannkräfte bedient man sich der vorher erwähnten Eigenschaft jedes glasartigen Körpers, die Schwingungsebene eines ebenpolarisierten Lichtstrahls in zwei Ebenen parallel der Richtung der Hauptspannkräfte unabhängig von deren Größe zu zerlegen. Dort, wo die Polarisationsebene des ersten Nicolschen Prismas dagegen mit der Ebene der Hauptspannkräfte zusammenfällt, tritt dann keine weitere Zerlegung und mithin Farbenerscheinung hinter dem zweiten Nicol auf; es entstehen auf dem Projektionsschirm dunkle Linien (Abb. 4), die die Punkte gleicher Neigung der Hauptspannkräfte, die sogenannten Isoklinen, darstellen. Durch Verändern und Auftragen der jeweiligen Neigung der optischen Achsen der stets gekreuzten Nicols in bezug auf das Versuchsstück ergeben sich dann die gesuchten Richtungen der Hauptspannkräfte, die vorher beschriebenen Trajektorien (Abb. 5 und 6).

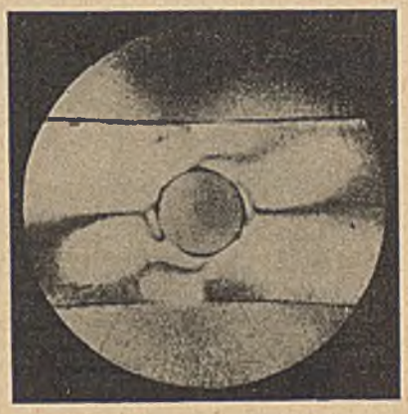


Abb. 4. Photographische Wiedergabe eines beanspruchten Zugstabes mit Loch, die am Aufnahmeschirm erscheinende 75°-Isokline in ebenpolarisiertem Licht zeigend.

Der zweiten optischen Messung zur Bestimmung von (P—Q) liegt das folgende Gesetz, dem alle glasartigen Körper gehorchen, zugrunde:

$$(1) \quad R = C\,(P - Q)\,T, \quad ^{9*}$$

worin R die relative Verzögerung der Wellenlänge bedeutet, die durch einen Körper von der Dicke T hervorgerufen wird, wenn er den maximalen bzw. minimalen Hauptspannkräften P und Q unterworfen ist; C ist eine optische Konstante. Vergleicht man also die relative Verzögerung der Wellenlänge, die sich durch die verschiedenen Farben in polarisiertem Licht, je nach dem Spannungszustand des zu untersuchenden Körpers, äußert, mit der Farbwirkung eines Körpers von genau bekanntem Spannungszustand, so erhält man die gesuchte Differenz (P—Q). Um nun eine bessere Farbbeobachtung, frei von den bei der ersten Messung beschriebenen, jetzt störenden dunklen Linien gleicher Hauptspannkraftneigung (vgl. Abb. 4 und 5) zu ermöglichen, benutzt man kreisförmig polarisiertes Licht. Man erhält kreisförmig polarisiertes Licht, indem man ebenpolarisiertes Licht durch eine Glimmerplatte leitet, deren optische Achse einen Winkel von 45° mit der Schwingungsebene des auftretenden Strahles bildet. Glimmer hat die Eigenschaft, den ebenpolarisierten Strahl in zwei ebenpolarisierte Strahlen mit aufeinander senkrecht stehenden Schwingungsebenen zu zerlegen, die verschieden rasch die Glimmerschicht durchdringen. Bemißt man die Dicke der Glimmerplatte jetzt so, daß beim Austritt der beiden in senkrechten Ebenen polarisierten Strahlen ihre Phasendifferenz eine viertel Wellenlänge beträgt und ihre Amplituden infolge der 45°-Stellung gleich groß werden, so entsteht kreisförmig polarisiertes Licht (Abb. 7). Dieses Licht ist von der Lage des Versuchsmodells, also auch von der Richtung seiner Hauptspannkräfte unabhängig und ergibt, wie groß auch die durch das Versuchsmodell

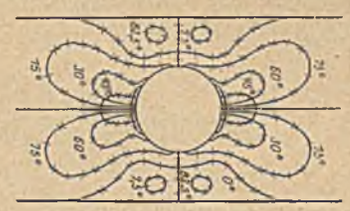


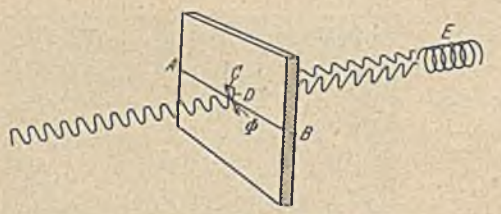
Abb. 5. Derselbe Zugstab wie in Abb. 4. Die Isoklinen, sowie die dazugehörige Richtung (Gradeinteilung) der Trajektorien eingezeichnet.

Abb. 6. Derselbe Zugstab wie in Abb. 4. Die Trajektorien eingezeichnet.

[8] Nach neueren Anschauungen entstehen elektrische und magnetische Schwingungen, die aufeinander winkelrecht stehen. Welche von den beiden Schwingungen man den weiteren Betrachtungen zugrundelegt, spielt hierfür keine Rolle.

[9*] Photoelasticity for Engineers von E. G. Coker. General Electric Review, Vol. XXIII, Nr 11.

hervorgerufene relative Verzögerung der beiden austretenden Strahlen sei, stets wieder kreisförmig polarisiertes Licht (Abb. 8). Hebt man nun durch eine um 90° gegen die erste Glimmerplatte gedrehte zweite Glimmerplatte gleicher Dicke die Wirkung der ersten Platte auf, so erscheinen hinter dem zweiten Nicolschen Prisma in Dunkelfeldstellung die reinen Farbtöne, die sogenannten isochromatischen Linien, frei von den vorher beschriebenen, schwarzen Isoklinien auf dem Aufnahmeschirm. Diese Farbtöne, die nur von der Differenz der Hauptspannkräfte, die auf das Versuchsmodell wirken, sowie dessen Dicke abhängen, können dann nach der Gleichung (1) analysiert werden.



A—B optische Achse der Glimmerplatte.
C u. D Komponenten des unter dem Winkel $\Phi = 45^0$ auftreffenden ebenpolarisierten Lichtstrahls.
E kreisförmig polarisiertes Licht, durch Zusammenwirkung von C u. D entstanden.

Abb. 7. Schematische Darstellung der Entstehung von kreisförmig polarisiertem Licht bei Durchgang von ebenpolarisiertem Licht durch eine Glimmerplatte.

Der wichtigste Beweis nun, daß nämlich die optischen Messungen fast unabhängig vom Material sind, also bei Übertragung der Versuchsergebnisse auf Körper aus anderem Material

a in beliebiger Ebene schwingendes Licht.
P Polarisator (1. Nicol).
R_1 erste Glimmerplatte (¼ Wellenlänge).
D kreisförmig polarisiertes Licht.
F Versuchsstück, beansprucht durch die Hauptspannkräfte p und q.
O und E durch F in zwei kreisförmig polarisierte Strahlen zerlegte Strahl D.
R_2 zweite Glimmerplatte (¼ Wellenlänge).
A Analysator (2. Nicol).
V u. W Komponenten der nach Durchgang durch A in einer Ebene schwingenden ebenpolarisierten Strahlen O und E.

Abb. 8. Schematische Darstellung der Wirkung von polarisiertem Licht auf ein beanspruchtes Versuchsstück.

(z. B. Stahl) nur ganz unbedeutende Fehler entstehen, ergibt sich am einfachsten auf experimentellem Wege. Am Rande eines jeden Körpers kann nur eine Hauptspannkraft (P), die in vielen Fällen auch gleichzeitig Höchstspannung ist, tangential zur Randfläche auftreten; die zweite Hauptspannkraft (Q) wird gleich null. Die optische Bestimmung ergibt also in diesem Fall direkt, ohne weitere Dickenmessung, den Wert von P, der bei allen Versuchen mit jeder mechanischen Messung von P (z. B. Dehnungsmessung an Stahlkörpern) übereinstimmt. Auch mathematisch läßt sich die Unabhängigkeit der Resultate von den Materialkonstanten für die meisten hier vorliegenden Fälle beweisen[10].

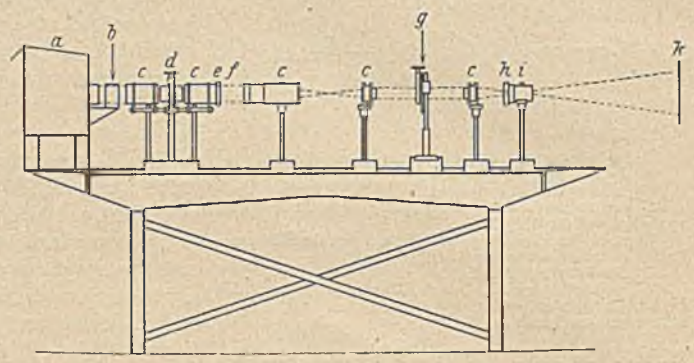
2. Die Dickenmessung.

Das Gesetz, nach dem die Summe der Hauptspannkräfte bestimmt werden kann, lautet:

$$e = \frac{(P + Q)\,T}{m \cdot E} \quad (2)$$ [11*]

worin e die Dickenänderung infolge von P und Q, T die Dicke des Materials in spannungslosem Zustand, m die Poissonsche Verhältniszahl (Dehnung/Querkürzung) und E die Elastizitätszahl des Materials bedeutet. Durch die dritte Messung, nämlich der Dickenänderung e des Versuchsobjektes und Vergleich mit der Dickenänderung e′ eines bekannten Stabes aus demselben Material, derselben Dicke und gegebener Spannung kann unabhängig von den Materialkonstanten (m, E und T) die Summe (P + Q) bestimmt werden.

Die Apparate, die Prof. Coker zu seinen Messungen gebraucht, bestehen aus folgenden Hauptteilen (Abb. 9): Einer starken Lichtquelle (1000 Kerzen), den Kondensatorlinsen,



a Lichtquelle.
b Wasserbad.
c Linsen.
d Polarisator.
e erste Glimmerplatte.
f Platz für Vergleichsstab.
g Halter für Versuchsstab.
h zweite Glimmerplatte.
i Analysator.
k Projektionsschirm.

Abb. 9. Anordnung der Cokerschen Apparatur.

zwei Nicolschen Prismen (Polarisator und Analysator) zur Erzeugung von ebenpolarisiertem Licht, zwei Glimmerplatten, sogenannte ¼-Wellenlängen-Plättchen, zur Erzeugung von kreisförmig polarisiertem Licht, dem Dickenmesser, zur Bestimmung von Dickenänderungen der Versuchsmodelle, kalibrierten Zugfedern zur Ausübung bestimmter Zug- oder Druckkräfte, einem Projektionsschirm und schließlich den verschiedenen, auf einer optischen Bank beweglichen Reitern zur Befestigung sämtlicher Teile.

Als Material für die Versuchsmodelle kann Glas oder ein Zelluloidstoff, „Xylonit" genannt, verwendet werden. Glas ist wegen seiner Sprödigkeit nur zu Vergleichen mit Gußeisen oder Gußstahl, die ja ähnliche Eigenschaften bezüglich der elastischen Konstanten aufweisen, geeignet, so daß, falls Arbeiten an Versuchskörpern mit mehreren Begrenzungsflächen vorliegen, der Unterschied zwischen den elastischen Konstanten gegenüber dem wirklichen Objekt nicht in Rechnung gesetzt zu werden braucht. Die Vorteile von Xylonit, das jedoch zu fast allen Versuchen an Stelle von Glas verwendet wird, liegen in der leichteren Bearbeitungsmöglichkeit und Formgebung mit Laubsäge und Feile, ohne danach, auch bei jahrelanger Lagerung, innere Spannungen aufzuweisen, sowie den weit ausgeprägteren Farberscheinungen bei bereits verhältnismäßig niedrigen Spannungen. Die größte, noch verwendbare Dicke von Xylonit ergibt sich zu rd 2 cm, etwa der Grenze der Lichtdurchlässigkeit. Wo also verschiedene Trägheitsmomente, z. B. von eisernen Tragwerken, nachgebildet werden müssen, können Dicken- und wenn erforderlich auch Höhenänderungen den Ausgleich schaffen.

Wie zahlreiche Versuche ergeben haben, weist „Xylonit" als Elastizitätszahl rd 23500 kg/cm², etwa $^1/_{100}$ der normalen Baustoffe (von Holz abgesehen) auf. Die Fließgrenze liegt zwischen 350 und 420 kg/cm², die Elastizitätsgrenze bei 132 kg/cm². Obgleich die Elastizitätsgrenze also sehr niedrig ist, hat sich herausgestellt, daß die optische Wirkung des Materials bis zu einer Beanspruchung von 245 kg/cm², etwa dem 1¾fachen der Elastizitätsgrenze, linear folgt, und daß das Material daher bis kurz unterhalb seiner Fließgrenze entsprechend der Gleichung (1) beansprucht werden kann.

Es mag hier noch erwähnt werden, daß, falls z. B. bei Zerreiß- oder Druckversuchen die Beanspruchung von „Xylonit"

[10] In den „Philosophical Transactions, Royal Society of London", vol. i. series A 1903 pp. 67—69 bringt Prof. Ing. Filon in seiner Abhandlung den Beweis, daß die Spannungsverteilung in ebenen, dünnen Platten mit einer einzigen Begrenzungsfläche, die keinen äußeren Kräften normal zur Plattenebene und tangentialen Scherkräften an den Endflächen ausgesetzt sind, innerhalb des Hookschen Gesetzes unabhängig von den Elastizitätseigenschaften des Materials ist.

[11*] Excerpt minutes of procedings of the meetings of the Institution of Mechanical Engineers, 18th march and 21st april 1921.

bis zur Zerstörung fortgesetzt wird, die zuerst in Mitleidenschaft gezogenen Stellen undurchsichtig werden und durch dunkle Felder am Aufnahmeschirm sich vorher bemerkbar machen.

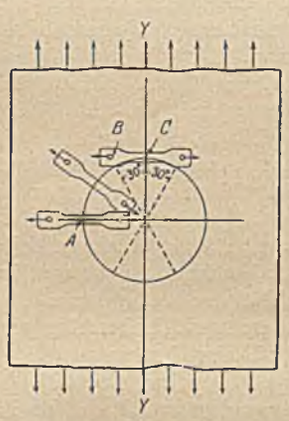
Die optischen Gesetze über das Verhalten von Xylonit im plastischen Bereich sind noch nicht weiter verfolgt worden.

Bei Modellen mit nicht planparallelen Oberflächen, z. B. zylindrischen Stäben, muß deren Linsenwirkung (optisch) durch Umhüllung bzw. Ergänzung zu einer Ebene mit einer Masse (Flüssigkeit) von demselben Brechungskoeffizienten wie Xylonit ausgeschaltet werden.

Zur Erläuterung der vorhergehenden theoretischen Erklärungen sei der Verlauf einer möglichst einfachen Messung beschrieben, und zwar die praktische Bestimmung des Spannungszustandes eines mit einem kreisrunden Loch versehenen Zugstabes.

Als erste Messung werden die Linien gleichgerichteter Hauptspannkräfte dadurch eingezeichnet, daß das zwischen den beiden Nicolschen Prismen befestigte Versuchsmodell aus Xylonit mit ebenpolarisiertem Licht durchleuchtet wird. Auf dem Projektionsschirm heben sich die schwarzen Linien deutlich ab (vgl. Abb. 4) und können eingezeichnet werden, indem gleichzeitig die entsprechende Achsenstellung der Prismen in Winkelgraden mit eingetragen wird (vgl. Abb. 5). Durch Eintragen dieser Winkel und Verlängern der Schenkel ergeben sich die Hauptspannungslinien (vgl. Abb. 6) unabhängig von der Größe der Spannung im Versuchsmodell.

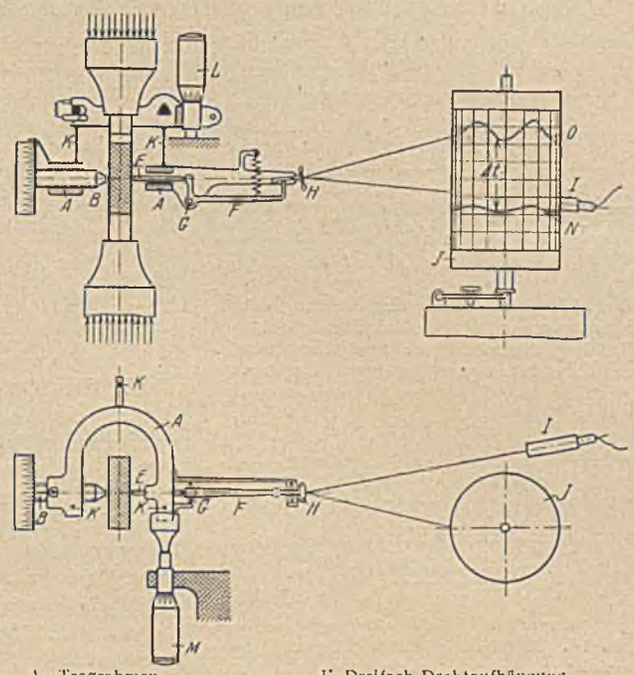
Die zweite Messung zur Bestimmung der Werte (P—Q) geschieht durch Zwischenschalten der beiden Glimmerplatten (also Erzeugung von kreisförmig polarisiertem Licht), die die dunklen Linien zum Verschwinden bringen (vgl. Abb. 7 und 8), und nur die Farbbänder, die die Spannungsgröße angeben, bestehen lassen (Tabelle S. 129). Durch kalibrierte Spannungsfedern ist der zu untersuchende Spannungszustand im Versuchsmodell vorher hergestellt worden. Zur Messung dient ein kleines Vergleichsmodell in Form eines gleichmäßig auf reinen Zug beanspruchten Stäbchens. Dem Mittelpunkt dieses Vergleichsstabes kann eine beliebige, genau bekannte Zugspannung, ebenfalls durch eine kalibrierte Spannungsfeder, erteilt werden. Um nun keine Farben vergleichen zu müssen, was bei verschiedenen Helligkeiten leicht zu Ungenauigkeiten führt, wird der Vergleichsstab über den zu untersuchenden Punkt des Versuchsmodells gelegt (Abb. 10). Es zeigt sich dann, daß bei gleichgroßer und gleichgerichteter Spannung die Farbwirkung sich verdoppelt, bei gleichgroßer aber entgegengesetzter Spannung die Farbwirkung ausgelöscht wird. Diese Auslöschung erfolgt nur durch Farben, die derselben Farbreihe (vgl. Tabelle S. 129) angehören, d. h. also dieselbe Spannung aufweisen. Das Einstellen der Zugfeder des Vergleichsstabes bis zum Maximum der größten Dunkelheit läßt sich ohne Schwierigkeiten mit großer Genauigkeit ausführen. Es ergibt sich, da der Vergleichsstab stets gezogen wird, bei Dunkelheit in paralleler Stellung mit dem Versuchsobjekt eine entgegengesetzt gleichgroße Beanspruchung, also Druck, bei Dunkelheit in gekreuzter Stellung eine gleichgroße gleichgerichtete Beanspruchung, also Zug. Danach ist man in der Lage, für jeden Kreuzungspunkt der bereits gezeichneten Hauptspannkraftlinien zu bestimmen, sowohl ob Zug- oder Druckspannungen vorliegen, d. h. die qualitative Messung durchzuführen, als auch die Größe von (P—Q), also die quantitative Messung, an der gleich kg/cm² anzeigenden geeichten Spannungsfeder des Vergleichsstäbchens abzulesen.



Y Y Zugbeanspruchung des Versuchsstabes.
B Vergleichszugstab.
C B in paralleler Stellung zur tangential. Randspannung; bei Dunkelheit Druck anzeigend.
A B in gekreuzter Stellung zur tangentialen Randspannung; bei Dunkelheit Zug anzeigend.

Abb. 10. Schematische Darstellung der Auswertung der Farben mit Hilfe des Vergleichszugstabes an einem gelochten Zugstab (ähnlich Abb. 4).

Die dritte Messung, die Dickenmessung, zur Bestimmung der Werte (P+Q), stellt praktisch die größten und weitaus schwierigsten Anforderungen in bezug auf Genauigkeit und bildet



A Tragrahmen.
B Mikrometerschraube zum Abtasten.
E Meßnadel.
F Übertragungshebel.
G Drehpunkt von F.
H Spiegel.
I Glühlampe.
J Meßtrommel.
K Dreifach-Drahtaufhängung von A.
L Mikrometerschraube für Lotrechteinstellung.
M Mikrometerschraube für Wagerechteinstellung.
N u. O Kurven der Dickenmeßergebnisse zur Bestimmung von Δt bei verschiedenen Belastungen.

Abb. 11. Dickenmeßapparat.

somit wohl das größte Hindernis gegen eine allgemeine Verwendung dieses Verfahrens. Spannungsänderungen von etwa ½ kg/cm² ergeben Dickenänderungen von $^1/_{150000}$ mm eines z. B. 6 mm dicken Xylonitmodells bei einer Elastizitätszahl von 23 500 kg/cm² und einem Werte von m = 2,5 und müssen gemessen werden können. Durch Reflexion eines Lichtstrahls einer kleinen Glühbirne an einem im Schwerpunkt aufgehängten Spiegel, der wiederum mit den das Modell berührenden, durch Mikrometerschrauben nachstellbaren Stahlnadeln in Verbindung steht, kann eine etwa 20 000fache Vergrößerung der Dickenänderung an einem Papierstreifen abgelesen werden (Abb. 11). Temperaturunterschiede, z. B. infolge von Luftzug, müssen durch Aufstellen von Papierschirmen verhindert werden. Durch Abtasten, ebenfalls mit Hilfe von Mikrometerschrauben, der gewünschten Stellen des Modells mit dem Dickenmesser, den Punkten der bereits erfolgten optischen Messungen entsprechend, ergibt sich die (P + Q)-Kurve. In Verbindung mit der vorher bestimmten (P—Q)-Kurve lassen sich dann leicht die Werte P sowie Q einzeln finden.

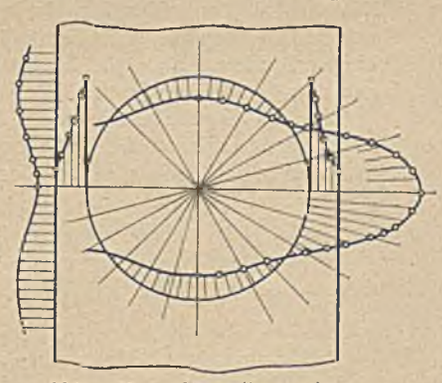


Abb. 12. Darstellung der wichtigsten Messungsergebnisse; Spannungsverteilung an einem Modell etwa von der Form der Abb. 4. (Lochwand-, äußere Rand- und Querschnittsspannungen.)

Die Elimination der Materialkonstanten E und m, sowie der Temperatur, nach Bestimmung des Maßstabes der gewonnenen Aufzeichnungen auf dem Papierstreifen durch Vergleichsmessungen an dem Vergleichsstäbchen, dessen Spannung und Querschnitt bekannt sind, bildet dann die zuletzt erforderliche Arbeit.

In Abb. 12 ist ein Teil der ausgewerteten Spannungsergebnisse, der (P + Q)- und (P — Q)-Kurven, die in diesem verhältnismäßig einfachen Fall auch rechnungsmäßig nachzuprüfen waren, dargestellt. Erwähnt sei nur der interessante Beweis, daß an den Lochwandungen in Richtung der äußeren Zugkräfte (in der Abb. 12 oben und unten) tatsächlich Druckkräfte auftreten. Der Wechsel zwischen Druck- und Zugkräften tritt etwa für den in Abb. 12 vorliegenden Fall bei 55° Neigung gegen die äußere Zugrichtung ein; die größte Zugspannung beträgt hier rd. das Dreifache gegenüber einem nicht durchlochten Stab. Sämtliche Spannungen verteilen sich symmetrisch zur Achse der Zugkraft.

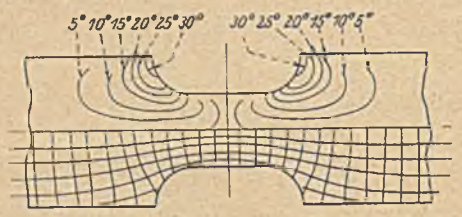


Abb. 13. Bestimmung der Richtung der Hauptspannkräfte (oben die Isoklinen, unten die Trajektorien eingezeichnet) für einen mit Einschnürungen versehenen Zugstab.

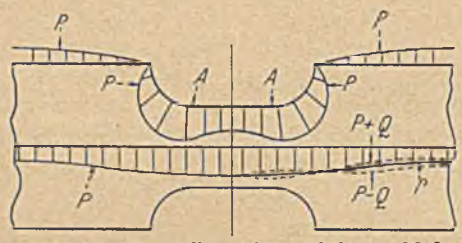


Abb. 14. Darstellung der wichtigsten Meßergebnisse; Spannungsverteilung an einem Modell wie Abb. 13.

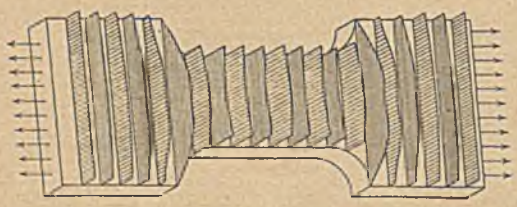


Abb. 15. Dasselbe wie in Abb. 14 in parallelperspektivischer Darstellung.

Derselbe Vorgang, wie er sich bei der Messung an einem mit starken Einschnürungen versehenen Zugstab abwickelt, ist aus den Abbildungen 13—15 ersichtlich. Es sei hier nur auf die Längenausdehnung und Größe der Wirkung der Einschnürung und auf die bekannte Erscheinung des Bruchs an der Einschnürungsstelle (bei den Punkten A der Abb. 14) als den Orten der größten Spannungen hingewiesen.

Was die Ergebnisse der einleitend erwähnten zahlreichen Versuche auf anderen Gebieten betrifft, so kann hier nur auf die bereits bestehende, vor allem englische Literatur aufmerksam gemacht werden.

Die größten Versuchsstücke, die bisher mit einer Beobachtung betrachtet werden können, liegen innerhalb eines Kreises von etwa 13 cm Durchmesser, der Größe der Kondensatorlinse. Für Demonstrations- und Lehrzwecke können die Lichterscheinungen natürlich auf einen beliebig großen Schirm projiziert werden. Auch ist das Modell einer Fachwerkbrücke von etwa 0,80 m × 0,30 m für Vorführungszwecke aus „Xylonit" ausgeschnitten und durch darüberlaufende Stahlscheiben belastet worden; eine davor angeordnete, geschwärzte Glasscheibe, die an Stelle der Nicolschen Prismen das polarisierte Licht durch Reflexion erzeugt, gestattet eine gleichzeitige Betrachtung des Gesamtnetzwerkes unter wandernden Lasten.

Die Genauigkeit der Messungen soll etwa 2÷5 % betragen. Bei Versuchsmodellen aus Xylonit muß, im Gegensatz zu Glasmodellen, falls Arbeiten, die eine ganz besondere Genauigkeit erfordern, und falls Versuchskörper mit mehreren Begrenzungsflächen (vergl. auch Anm. 9) vorliegen, der Unterschied zwischen den elastischen Konstanten gegenüber dem wirklichen Objekt in Rechnung gesetzt werden.

Die Anschaffungskosten der sehr kostspieligen Apparatur belaufen sich auf rd. 15000 RM. Auch läßt die unbedingt erforderliche Übung in der Durchführung der Messungen — die Ausbildung eines Laboranten erfordert etwa 6 Monate — diese Methode nicht zur normalen Spannungsbestimmung verwickelter Gebilde (z. B. vielfach statisch unbestimmter Systeme von Brückentragwerken) an Stelle von rechnerischen oder mechanischen Berechnungsweisen in der Praxis des Bauingenieurs geeignet erscheinen. Solche Messungen werden daher tunlichst nur an einer Zentralstelle vorgenommen. So haben Prof. Coker, London, wie Prof. Mesnager, Vorstand des staatlichen Laboratoriums (Brückenabteilung) in Paris, derartige Brückenberechnungen sowohl von verwickelten Eisen- als auch Eisenbetonkonstruktionen bis ins einzelne durchgeführt, worüber ich mir vorbehalte später zu berichten. Die große Vielseitigkeit und Fülle der zu lösenden Probleme wird jedoch in einem Versuchslaboratorium unter Leitung eines geeigneten technischen Physikers außerordentlich fruchtbringend zu verwerten sein und zur weiteren Erkenntnis der inneren Spannungsverteilungen und wirtschaftlichsten Querschnittsausbildung gute Dienste leisten können.

Vom Standpunkt des Bauingenieurs kann zusammenfassend gesagt werden, daß alle vier Systeme mit Vor- und Nachteilen behaftet sind. Das Cokersche Verfahren, als allgemeinstes, das größte Gebiet umfassende, erfordert eine sehr kostspielige, schwierig zu bedienende Apparatur; der Nupubest reicht zwar für die normalen Fälle im Brücken- und Hochbau aus, ist aber nicht sehr genau und erfordert noch erhebliche Rechenarbeit; der Continostat gilt wiederum nur für bestimmte Systeme, ist dagegen leicht zu bedienen. Somit bleibt als das genaueste, wegen seiner Vielseitigkeit und trotzdem verhältnismäßig einfachen Bedienung, dagegen auch nicht billige System von Prof. Beggs als dasjenige übrig, was in den Fällen, wo eine vielfach statisch unbestimmte Rechnung zu lange dauern würde, für die Praxis zum mindestens zur Kontrolle einer vereinfachten Rechnung zurzeit geeignet erscheint.

ERDBEWEGUNG MIT VOLLBAHNSEITENKIPPERN.

Von Regierungs-Baurat Karl Daub, Düsseldorf.

Im Düsseldorfer Gebiet wurden vor kurzem einige Erdbewegungen mit Hilfe von Vollbahnseitenkippern ausgeführt, deren Ergebnisse in mehrfacher Hinsicht für die Allgemeinheit bedeutsam sein dürften. Vor allem dürfte dadurch der Beweis geliefert sein, daß bei zweckmäßigem Einsatz dieser Wagen die erhofften Ersparnisse gegenüber der Verwendung von gewöhnlichen Vollbahnwagen tatsächlich in hohem Umfange erzielt werden und daß auch unter bestimmten Voraussetzungen die Vollbahnseitenkipper mit dem bisher meist verwandten Schmalspurgerät durchaus konkurrieren können. Da derartige planmäßige Erdbewegungen mit Vollbahnkippern bisher im Gebiet der Deutschen Reichsbahn, wenn überhaupt, noch nicht häufig gemacht worden sein dürften, sollen im folgenden einige Angaben darüber gemacht werden.

Das beförderte Gut, hauptsächlich Lehmboden mit teilweiser geringer Sandbeimengung, wurde bei den Erdarbeiten zur Herstellung des Planums für den Personenabstellbahnhof Düsseldorf gewonnen und an der Verbindungslinie zwischen dem Abstellbahnhof und dem Hauptbahnhof Düsseldorf in hoher Dammschüttung eingebaut. Die Transportweite

betrug etwa 2500 m. Das Aufladen der Massen erfolgte durch einen modernen, auf Raupenbändern laufenden Löffelbagger von 0,75 m³ Löffelinhalt. Zur Bedienung des Baggers benutzte der Unternehmer[1] eine im Aufladepreis von

Abb. 1. Beladen des Kippzuges.

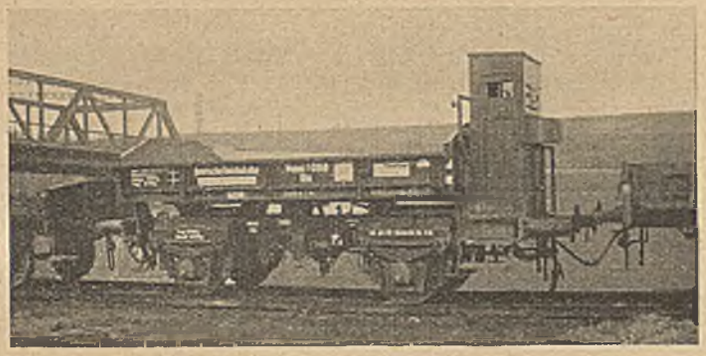


Abb. 2. Ein Orenstein & Koppel-Kipper.

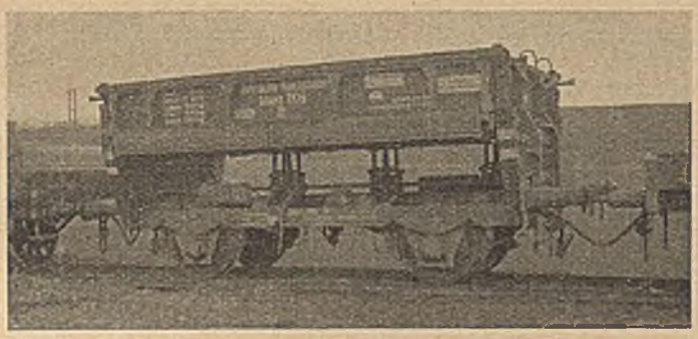


Abb. 3. Ein Krupp-Kipper.

0,60 RM/m³ einbegriffene zweiachsige Vollspurlokomotive von 250 PS, während für die Beförderung über den rund 2,5 km langen Transportweg, der aus vorhandenen normalspurigen Baugleisen bestand, eine besondere 450 PS starke Lokomotive verwandt wurde, welche ebenfalls vom Unternehmer gestellt, jedoch von der Verwaltung besonders bezahlt wurde. Der Mietpreis dieser Lokomotive betrug für jeden Arbeitstag (12 Stunden) einschließlich von Personal, Betriebsstoffen und sämtlichen Nebenkosten 77 RM für jeden Feiertag 30 RM. Besonders waren außerdem die Verlegung, Unterhaltung und das jedesmalige Verschwenken der Ladegleise mit einem Pauschale von 2,75 RM für den lfd. m Gleis vergütet. Für das Abladen wurde 0,20 RM für den m³ (gemessen im Auftrag) bezahlt, worin das Unterhalten, Heben und Verschwenken des vorher schon vorhandenen und für andere Massen benutzten Kippgleises einbegriffen war. Die Vollbahnkipper wurden von der Verwaltung gestellt (2 Pendelzüge zu je 10 Wagen).

Unter diesen Voraussetzungen gestalteten sich die beiden vorgenommenen Erdbewegungen aus zwei verschiedenen Entnahmestellen auf dem Abstellbahnhof, jedoch unter Benutzung derselben Kippe, wie folgt:

Erdbewegung I.
Beförderte Menge 8205,26 m³ im Abtrag gemessen.

	Gesamtpreis RM	Preis pro m³ RM
1. Lösen und Aufladen auf Vollbahnkipper (Vertragspreis des Unternehmers)	—	0,600
2. Verlegen, Unterhalten u. Verschwenken des Ladegleises (251 m à 2,75 M.)	690,25	0,084
3. Lok für den Schleppdienst (17 Arbeitstage zu 77 M. einschl. Kohlen und 3 Feiertage zu 30 M.) . . .	1399,00	0,170
4. Ablade- u. Einbaukosten 0,20 M. für 1 m³ im Auftrag gemessen. 8205,26 m³ Abtrag entsprechen bei einer Auflockerung von 10% einer Auftragmenge von 9025,79 m³ . . .	1805,16	0,220
5. Verwaltungsseitige Personalkosten (1 Rottenführer als Zugführer, 1 Vereidigter)	220,00	0,027
6. Amortisation pp. der Vollbahnkipper für 20 Tage (10% im Jahr) . . .	834,00	0,102
		1,203

Der Einheitspreis von 1,203 RM/m³ dürfte als recht günstig zu bezeichnen sein, besonders wenn man sich vor Augen hält, daß der Unternehmer auf der gleichen Baustelle (Abstellbahnhof Düsseldorf) einen Vertragspreis von 1,30 RM für einen mittels Kleingerät beförderten Kubikmeter Erde (ebenfalls im Abtrag gemessen) hatte, bei einer weit geringeren Transportweite (4 bis 500 m durchschnittlich) und bei sonst gleichen Verhältnissen. Dieser Preis war der weitaus niedrigste bei einer vorausgegangenen Ausschreibung.

Interessant ist auch noch folgender Vergleich: Ursprünglich war die Verwendung von gewöhnlichen Vollbahnwagen vorgesehen, für deren Abladung bereits ein Preis von 0,50 RM/m³ festgesetzt war, was ebenfalls an sich schon ein sehr niedriger Preis ist. Es werden durch Einsetzen der Vollbahnkipper also allein beim Abladen 0,30 RM/m³ Auftrag gegenüber gewöhnlichen Vollbahnwagen gespart.

Hierzu kommen die durch die geringere Wagenanzahl gemachten Ersparnisse: Die 20 Vollbahnkipper leisteten im Tage bis über 1000 m³. Um eine gleiche Leistung mit gewöhnlichen Vollbahnwagen zu erzielen, sind mindestens 60 Wagen nötig, wobei es noch fraglich gewesen wäre, ob die Entladung von soviel Wagen auf der einen Kippe auch wirklich in einem Tage möglich gewesen wäre. Die Verzinsung, Amortisation und Unterhaltung der gewöhnl. Vollbahnwagen[2] stellt sich bei 300 Arbeitstagen auf etwa . . . . . 0,20 RM/m³ die der Selbstkipper etwa (vgl. oben) . . . . . 0,10 RM/m³. Die Differenz in Höhe von 0,10 RM/m³ stellt eine weitere Ersparnis dar, welche sich somit auf insgesamt 0,40 RM/m³ beläuft.

[1] Bauunternehmung Otto Boecker, Düsseldorf.

[2] Ebenfalls 10% im Jahr.

Bei der Erdbewegung II, welche leider aus anderen Gründen vorzeitig abgebrochen werden mußte, und die infolgedessen kein ganz so günstiges Ergebnis zeitigte wie Bewegung I, wurden 8315 m³ befördert bei einer Ladegleislänge von 650 m. Die Transportweite war etwas geringer. Die Kosten für 1 m³ stellten sich unter dieser Voraussetzung auf 1,225 RM/m³, also ebenfalls ein annehmbares Ergebnis.

Bemerkt sei noch, daß die benutzten Gleise außer für die hier besprochenen Erdbewegungen gleichzeitig auch für andere Bauzwecke gebraucht wurden. Da außerdem die Erdtransporte nur einige Wochen, also einen kleinen Teil des Jahres, an-

Abb. 4. Aufsicht auf einen gekippten Zug.

Abb. 5. Ein Orenstein & Koppel-Kipper in gekipptem Zustande.

dauerten, ist für Unterhaltung dieser Gleise nichts eingesetzt worden, zumal die dafür anzusetzende Zahl nur sehr wenig ausmacht und auch tatsächlich in der Berichtszeit nichts für Unterhaltung aufgewendet wurde.

Zur Beurteilung des Arbeitsvorganges ist ferner folgendes

Abb. 6. Ein Zug auf der Kippe.

zu beachten: Ungünstige Verhältnisse lagen insofern vor, als

1. die Abtraghöhe meist sehr gering war und in dem Preise von 0,60 RM/m³ das Planieren des abgetragenen Planums einbegriffen war.
2. Der Löffelinhalt des Baggers betrug nur 0,75 m³. Bei Verladen auf Vollbahnwagen dürfte ein erheblich größerer Löffelinhalt wirtschaftlicher sein.
3. Die gebaggerten Massen, bezogen auf den laufenden Meter Ladegleis, sind sehr gering, sodaß die Ladegleiskosten (Erdbewegung I 0,084 RM, Bewegung II sogar 0,215 RM für den m³) ungewöhnlich hoch sind. Übrigens wurden die beiden Gleise nach Beendigung der Erdbewegung liegen gelassen und stark für andere Bauzwecke benutzt. Trotzdem sind in den Berechnungen die gesamten Gleiskosten (allerdings ohne Wiederaufnehmen) eingesetzt.
4. Die beiden Loks wurden zwischendurch auch vielfach für andere Aufgaben herangezogen. Trotzdem sind, da eine Abschätzung der anteiligen Kosten schwerlich einigermaßen genau erfolgen konnte, sämtliche Lokomotivkosten auf die Erdbewegungen verrechnet worden.

Günstig war: 1. die Kippe, welche sehr hoch war, 2. der Umstand, daß vorhandene Gleise für den eigentlichen Transportweg benutzt werden konnten. Es fanden allerdings darauf auch andere Bautransporte für den Abstellbahnhof statt.

Interessieren dürfte noch die Angabe, daß das Kippen eines Zuges von 10 Wagen, d. h. der gesamte Aufenthalt des Zuges an der Kippe, in der Regel nur 10—15 Minuten dauerte, während für das Beladen 45 Minuten bis 1 Stunde benötigt wurden. Die Selbstentlader waren teils von der Bauart Orenstein & Koppel, teils von Krupp.

Um die Arbeiten zu veranschaulichen, sind einige Abbildungen in den Text eingestreut.

Wenn auch die hier beschriebenen Arbeiten keinen großen Umfang gehabt haben, so dürfte doch das Ergebnis zu der Hoffnung berechtigen, daß die Reichsbahn aus der neuen Wagenbauart bei richtiger Verwendung auch großen Nutzen wird ziehen können, zumal in den meisten Fällen vorhandene Gleise werden mitbenutzt werden können.

Unter richtiger Verwendung ist vor allem zu verstehen: Zusammenfassung in geschlossenen Pendelzügen, Einstellung von einer ausreichenden Anzahl von Wagen bzw. Pendelzügen von genügender Länge (da mit steigender Zuglänge Lok- und Personalkosten wesentlich sinken, sowie da die auf der Kippe beschäftigten Arbeitskräfte sonst nicht so gut ausgenutzt werden können) und möglichst Vermeidung der Entladung von gewöhnlichen Vollbahnwagen auf derselben Kippe. Jedenfalls müssen jedesmal vor Ankunft eines neuen Kippzuges alle Erdhaufen, die auf der Kippkante liegen, planiert und das Gleis hart an die Schüttkante gerückt sein. Gänzlich zu verwerfen ist es natürlich, in ein und demselben Schüttzuge bunt durcheinander Selbstkipper und gewöhnliche Wagen zu verwenden. Besonders muß auch darauf geachtet werden, daß die Baulok leicht genug ist, da bei dem Selbstkipperbetrieb das Gleis dichter an die Schüttkante herangerückt werden muß als bei der Entladung von gewöhnlichen Wagen. Das braucht keineswegs eine Gefahr zu bedeuten, wenn nur einigermaßen vorsichtig verfahren wird. In der Tat ist bei den oben beschriebenen Schüttungen durch diesen Umstand auch nicht der geringste Unfall hervorgerufen worden. Im vorliegenden Falle ließen sich dank der örtlichen Verhältnisse und der straffen Durchführung des starren Fahrplanes der Pendelzüge, was mit Rücksicht auf den übrigen Bauverkehr keineswegs so einfach durchzuführen war, trotz der geringen Anzahl der Selbstkipper und der oben aufgezählten sonstigen ungünstigen Umstände annehmbare Ergebnisse erzielen. Diese dürften noch erheblich verbessert werden können, wenn wesentlich größere Massen bei günstigerer Entnahmestelle zu bewältigen sind und eine größere Zahl von Kippwagen zur Verfügung steht. Es ist daher dringend erwünscht, daß baldigst planmäßige Versuche in größerem Umfange erfolgen, da sich dann erst die Vorteile der neuen Wagen in vollem Ausmaß zeigen werden.

VERSUCHE MIT DER SAUGSCHWELLE.

Von Dr.-Ing. Kammüller, Ingenieur beim Badenwerk und Privatdozent an der Technischen Hochschule Karlsruhe.

In Heft 47 vom Jahrgang 1926 des „Bauingenieur" ist die Saugschwelle beschrieben, die die untere Kammer des Wasserschlosses vom Schacht abschließt und dadurch, daß sie bei einer Belastungszunahme den Wasserspiegel im Schacht während der Entleerung der Kammer dauernd möglichst tief abgesenkt hält, die Beschleunigungsperiode des Stollenzulaufs abkürzt und somit den notwendigen Raum für die Kammer ganz beträchtlich vermindert. Es sind auch Diagramme mitgeteilt, mittels deren die Raumersparnis in bequemer Weise festgestellt werden kann.

Je tiefer die Unterkante der Saugschwelle liegt, um so wirksamer ist sie, d. h. um so größere Raumersparnisse lassen sich durch sie erzielen. Bei der Anordnung, die in Abb. 3 der genannten Mitteilung skizziert ist, kann man nun die Saugschwelle noch unter den Stollenscheitel herunterziehen und kommt dadurch zu einer Konstruktion, wie sie hier in den Abb. 1 bis 3 dargestellt ist. Die untere Kammer K ist jedoch nicht als Erweiterung des Stollendachs angenommen, sondern ist gesondert nach der Seite hin ausgesprengt. Der notwendige Kammerraum läßt sich mit denselben Diagrammen wie früher berechnen. Nehmen

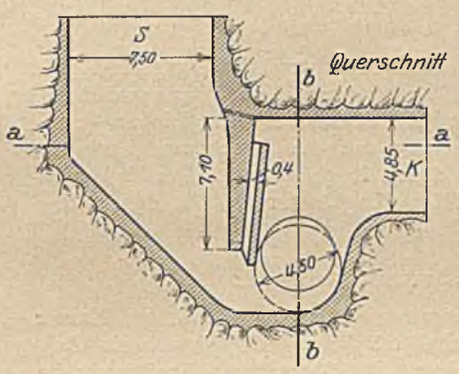


Abb. 1.

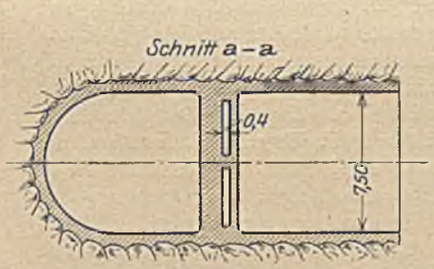


Abb. 2.

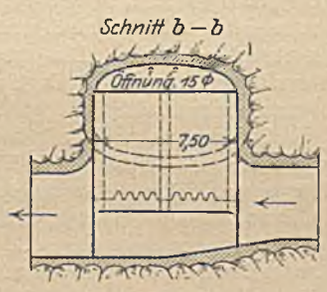


Abb. 3.

Abb. 1—3. Anordnung der Saugschwelle an einem größeren Wasserschloß.

wir zur Erläuterung das in der damaligen Mitteilung behandelte Beispiel. Bei derselben Lage von Kammer und Stollen sei jedoch die Unterkante der Saugschwelle um 1,8 m tiefer herabgezogen, so daß $x_m = \frac{11 + 1,8}{7,84} = 1,635$ ist. Die Kurve

$$x_m = 1,6 \text{ liefert } V = 0,096 \text{ und}$$
$$x_m = 1,8 \text{ liefert } V = 0,076.$$

Durch Interpolation ergibt sich für $x_m = 1,635$: $V = 0,0925$, also für den Kammerinhalt $0,0925 \cdot 8820 = 815$ m³. Mithin wird durch die Verlängerung der Saugschwelle um 1,8 m eine weitere wesentliche Ersparnis von fast 300 m³ und somit eine wirkliche Gesamtersparnis von 675 m³ erzielt. Die Kosten der Saugschwelle selbst betragen in diesem Falle, der durchaus nicht besonders günstig ist, einen Bruchteil der ersparten Ausbruchskosten. Eine recht bedeutende Gesamtersparnis gegenüber der Kammer ohne Saugschwelle steht somit bei genau dem gleichen Effekt außer aller Frage.

Zur Beobachtung der Wasserbewegungen wurde nun ein Modell angefertigt, das einer projektierten größeren Anlage im Maßstab 1 : 33 entspricht und in Abb. 4 im Lichtbild wiedergegeben ist. Der Kasten S mit dem Querschnitt von 16 × 20 cm² stellt den unteren Teil des Wasserschloßschachtes dar. Die Bewegung des Wassers ist durch Glasscheiben zu beobachten. Der an der Glasseite der Saugschwelle hinlaufende unschöne Streifen ist in die Fuge zwischen Scheibe und Schwelle zur Abdichtung eingepreßter Glaserkitt. Das kreisrunde Loch hinter der Schwelle stellt den abgehenden Stollen dar und führt in einen im Bilde nicht sichtbaren, mit dem Modell verbundenen Kasten, der durch einen verstellbaren Schieber zur Regelung des

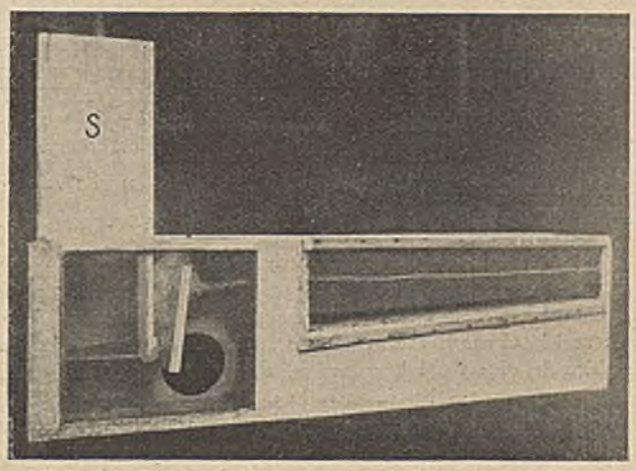


Abb. 4. Modell einer unteren Wasserschloßkammer mit Saugschwellen (in Tätigkeit).

Wasserabflusses abgeschlossen ist. Die Füllung geschah durch den Schacht S, wobei der Luftaustritt aus der Kammer durch eine verschließbare kleine Öffnung erfolgte. Durch das kreisrunde Loch wurde nun vermittels der genannten Reguliereinrichtung, entsprechend einer Belastungszunahme, Wasser abgelassen. Die Entnahmemengen bewegten sich bei den einzelnen Versuchen zwischen 3—6 Liter pro Sek., was unter Berücksichtigung des Modellmaßstabes (vervielfacht mit $33^{2,5}$) einer wirklichen Belastungszunahme von 20 bis 40 m³/sek entspricht. Die Erscheinungen traten so ein, wie sie erwartet wurden und im Lichtbild wiedergegeben sind. Auffallend ruhig steht der Wasserspiegel im Schacht an der Unterkante der Schwelle. Auch der Spiegel in der Kammer sinkt verhältnismäßig recht ruhig ab. Im Kanal hinter der Schwelle tritt natürlich starke Durchwirbelung ein, hier muß ja die potentionelle Energie, die das in der Kammer absinkende Wasser bezogen auf die Höhe über dem Wasserspiegel in dem Schacht hat, vernichtet werden.

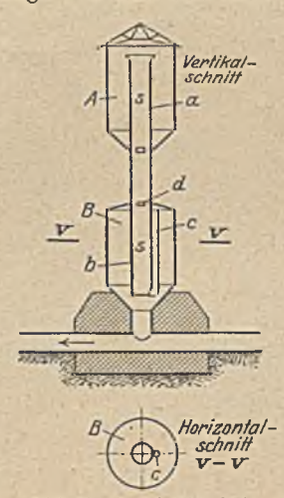


Abb. 5. Ausgleichbehälter für kleinere Verhältnisse.

Die Saugschwelle selbst hat unten eine zahnartige Ausbildung, die in der Abb. 3 zu sehen ist, sich auf dem Lichtbild jedoch nur andeutungsweise erkennen läßt. Diese Zähne waren schon vor Ausführung des Modells vorgesehen. Es war zu erwarten, daß bei einer geraden und glatten Schwellenunterkante die Luft sehr stoß- und ruckweise übertritt und dadurch die Wasserspiegel in starke Bewegung kommen und die Schwelle entsprechenden kräftigen Erschütterungen ausgesetzt ist. Durch die Zähne wird der Luftstrom in einzelne nebeneinanderfließende Ströme unterteilt, die insgesamt dann ruhiger und

gleichmäßiger in die Kammer aufsteigen. Diese Erwartung hat sich auch am Modell vollkommen bestätigt. Der Unterschied konnte durch auswechselbare Unterteile der Saugschwelle drastisch dargetan werden.

In der Kammer herrscht während des Vorgangs Unterdruck. Der Abstand zwischen Unterkante der Schwelle und dem Scheitel der Kammer muß also in Grenzen gehalten werden, die praktisch mit 7,5 bis 8,5 m anzunehmen sind.

Bei kleineren Anlagen baut man mitunter die Ausgleichschächte als Standrohre frei in die Höhe. Auch in diesem Falle läßt sich, wie Abb. 5 zeigt, das Prinzip der Saugschwelle mit Vorteil verwenden. Die Behälter A und B stellen die obere und untere Kammer dar, Überlauf- und Saugschwelle werden einfach durch Verlängerungen des Standrohres in die Behälter hinein gebildet. Die Bezeichnungen sind im übrigen dieselben wie in den Abbildungen der erwähnten Mitteilung im „Bauingenieur" 1926. Die notwendigen Behälterinhalte und die Raumersparnisse durch die Saugschwelle können gleichfalls den dort wiedergegebenen Diagrammen entnommen werden.

Zusammengefaßt kann also nunmehr gesagt werden: Die Saugschwelle läßt sich bei größeren Wasserschloßanlagen wohl ausnahmslos, bei kleineren mitunter mit Vorteil verwenden. Die Ersparnisse lassen sich zahlenmäßig leicht angeben. Sie bietet außerdem konstruktiv keinerlei Schwierigkeiten. Die Betriebsfähigkeit und -sicherheit ist durch den Modellversuch erwiesen. Überraschungen sind ausgeschlossen; ihrer praktischen Anwendung dürfte somit nichts mehr im Wege stehen.

NEUERE EINRICHTUNGEN FÜR VERSUCHE ÜBER ERDDRUCK, ERDWIDERSTAND, BODENREIBUNG, FUNDAMENTREIBUNG USW.

Von Prof. O. Franzius, Hannover.

Versuchsanstalt für Grund- und Wasserbau an der Technischen Hochschule Hannover.

(Fortsetzung und Schluß von Seite 119.)

Die Vortriebsmaschine.

Der Vortrieb der Druckwand erfolgt durch eine Maschine, die es erlaubt, einen Druck bis zu 100 t auszuüben. Abb. 4 zeigt diese Maschine bei dem Einbau. Der Antrieb der Maschine erfolgt durch einen Elektromotor, der durch ein Zahnrädervorgelege auf einer Schneckenwelle a arbeitet (Abb. 2). Durch diese Welle werden quer dazu zwei wagerecht liegende Wellen b in Bewegung gesetzt, die durch ein Zahnräderpaar e gekuppelt sind (Abb. 1). Auf den Wellen b sind Schneckengänge angebracht, die in die zum Vortrieb der vier wagerecht liegenden

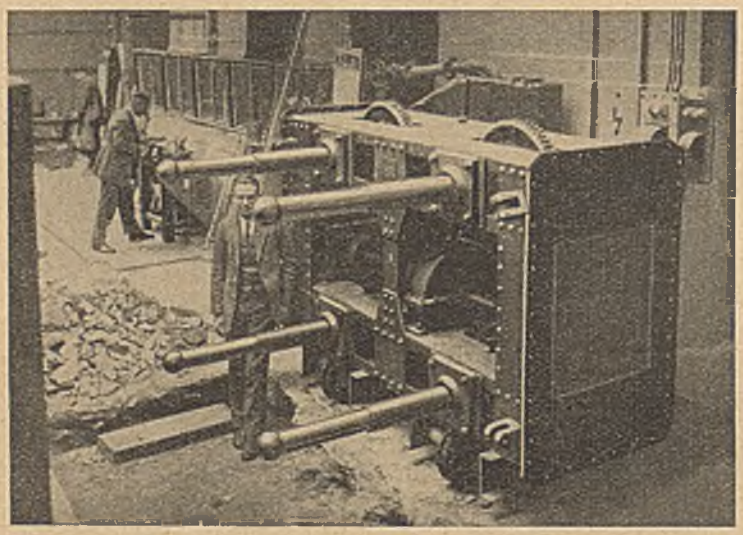


Abb. 4. Vortriebmaschine bei dem Einbau.

Druckstempel b dienenden Schneckenräder eingreifen. Die erwähnten Schneckenräder sitzen auf einer Druckmutter, die die auf dem Druckstempel d befindlichen Schraubengänge umfaßt. Jeder Druckstempel wird durch eine Feder in einer Nut geführt und muß sich daher ohne Drehung wagerecht verschieben, wenn die Antriebsmuttern gedreht werden. Die notwendigen großen wagerechten Kräfte werden somit durch die Muttern auf die Schraubenspindeln übertragen. Diese Druckmuttern sind gegen eine hintere senkrechte Druckfläche auf kräftigen Kugellagern gelagert. Eine ausrückbare Kupplung ermöglicht die Ausschaltung der oberen Spindeln, so daß die unteren Stempel auch allein bewegt werden können. Durch eine Umschaltkupplung am Zahnrädervorgelege können zwei verschiedene Vortriebsgeschwindigkeiten erzielt werden, und zwar 1 mm und 4 mm in der Minute. Die ganze Maschine ist in eine schwere eiserne Rahmenkonstruktion eingebaut und auf vier Rädern fahrbar. Die Bewegung der Muttern und damit der Druckstempel erzeugt nach rückwärts den gleichen Druck auf die Antriebsmaschine, der auf die Druckwand ausgeübt wird, wenn die Maschine durch Zugbänder an den Erddruckkasten verankert wird. Diese Zugbänder werden durch Zugdynamometer gebildet.

Die Meßvorrichtungen.

Es wurde das bei den ersten Versuchen am kleinen Kasten schon angewendete Prinzip, möglichst alle Kräfte als Zugkräfte zu messen, beibehalten. Die Genauigkeit der Messungen ist dabei größer als bei Verwendung von Druckdosen. Die zu messenden Kräfte sind unterteilt in wagerechte Kräfte und senkrechte Kräfte. Die wagerechten Kräfte werden durch die bereits genannten 4 Zugdynamometer gemessen, welche die Vortriebsmaschine an dem Erdkasten festhalten. Abb. 3 gibt ein Schema dieser Kraftübertragung. Zwei der Dynamometer (auf einer Seite) sind selbstschreibend. Trotzdem die Maschine für eine Kraft von 100 t gebaut ist, ist der Meßbereich der zur Zeit hierzu verwendeten 4 Zugdynamometer nur je 10 t, so daß die gesamten mit diesen Dynamometern zu messenden Horizontalkräfte 40 t betragen. Bei den bisherigen Versuchen ist diese Grenze noch nicht überschritten worden. Sind größere Kräfte zu messen, so werden entsprechend stärkere Dynamometer eingebaut.

Die senkrechten Reibungskräfte werden an der vorderen beweglichen und mit Gegengewicht versehenen Druckwand durch Zugdynamometer gemessen. Die Zugdynamometer sind oben an dem Kragträger der beweglichen Wand, unten an Rollen befestigt, die durch eine untere Führungsschiene festgehalten werden, aber mit der Wand vorwärtsschreiten können. Die untere Rolle besitzt Kugellager und wird zwangsläufig durch Seilzug mit gleicher Geschwindigkeit wie die Druckwand vorwärts bewegt. Diese Messung tritt bei Erddrücken an rauher Wand mit nach oben herausgedrücktem Erdkeil ein. Für den Fall Erddruck an glatter Wand werden die Zugbänder gelöst, so daß die gewichtslos gemachte Wand sich mit der Erde heben kann.

Senkrecht nach oben gerichtete Kräfte werden auftreten, wenn sich die Wand gegen den Erdkeil relativ nach oben verschiebt (z. B. schräger Ankerzug nach oben). Diese Kräfte können durch Vermehrung der Gegengewichtslast bei loser Wand erzeugt werden. Die zur Messung der senkrechten Kräfte benutzten zwei Dynamometer haben mit je 10 000 kg den gleichen Meßbereich wie die ersterwähnten vier für die wagerechten Kräfte und werden bei größeren Kräften gleichfalls durch stärkere ersetzt werden.

Außer diesen Haupt-Meßinstrumenten sind noch Nebenmeßvorrichtungen vorhanden, durch die die Verteilung des Druckes auf die Druckwand und die Seitenwände gemessen werden soll. Diese Meßdosen sind nach besonderen Angaben so angefertigt worden, daß nur ein minimaler Weg für die Meßbewegung notwendig ist. Trotzdem der Weg nach den Anfertigungsbedingungen nur 1 mm betragen soll, haben die bisherigen Messungen noch keine brauchbaren Ergebnisse geliefert. Es wird dieses auf die auch bei den kleinen Bewegungen erfolgende Schirmwirkung des Bodens zurückgeführt, der sich wahrscheinlich in der Form eines den Druck ableitenden Kegels über die etwas zurückgedrängte Druckplatte legt. Es sollen demnächst Versuche mit einer Meßdose gemacht werden, bei der die Meßbewegung ausgeschaltet werden kann. Für die Beschickung des Kastens ist ein 1 t-Demag-Elektroflaschenzug mit einem Kippkübel von 300 l vorhanden. Lichtbilder der neuen Anlage zeigen Abb. 4 und 5. Die großen Abmessungen der Einrichtung sind aus Abb. 5 besonders gut zu erkennen.

Für die Erstellung der Versuchseinrichtung haben die Wirtschaftskreise ihre wertvolle Unterstützung gegeben. So wurde der Erdkasten von der Firma Louis Eilers, Hannover-Herrenhausen, kostenlos geliefert, insgesamt etwa 15 000 RM Wert. Die Deutschen Stahlwerke (Dortmunder Union) bewilligten einen Geldbetrag von 10 000 RM, der es im Verein mit einem weitgehenden Entgegenkommen und Opfern der Firma J. Banning, Hamm, ermöglichte, die Antriebsmaschine nach den Plänen dieser Firma zur Ausführung zu bringen. Sämtliche für die Maschine erforderlichen Arbeitslöhne hat die Firma Banning, Hamm, kostenlos gestellt. Die für die Maschine erforderlichen Kugellager und Rollenzüge wurden von der Firma Fichtel und Sachs in Schweinfurt kostenlos geliefert. Die Firma Jucho in Dortmund stellte kostenlos die Eisenkonstruktion der Antriebsmaschine her, desgleichen die Bergmannwerke in Berlin den Antriebsmotor. Die Firma Schäffer und Budenberg in Magdeburg-Buckau, die Zahnräderfabrik Augsburg und die Demag gewährten Preisermäßigungen. Außerdem sind noch Stiftungen kleineren Umfangs von vielen Seiten eingegangen. Weiterhin ist der kräftigen Förderung zu gedenken, die dem Institute seitens der Hannoverschen Hochschulgemeinschaft (insbesondere Herrn Generaldirektor Dr.-Ing. e. h. Weinlig, Dipl.-Ing. Frölich und Prof. Müller) zuteil geworden ist. Bei den geringen Mitteln, die seitens des Staates bewilligt wurden (etwa 10 % der Kosten), wäre ohne die großzügige Hilfe vieler führender Männer der Bau nicht möglich gewesen. Es ist mir ein aufrichtiges Bedürfnis, allen Förderern an dieser Stelle meinen wärmsten Dank zu sagen.

Es sind inzwischen zahlreiche Versuchsreihen mit dem neuen Apparat, auch für mehrere Auftraggeber, durchgeführt worden, die ein wertvolles Material ergeben haben, das einer späteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben muß. Der Bau der großen Versuchsanstalt für Grund- und Wasserbau hat bereits begonnen, die Grundsteinlegung ist am 12. 11. 1927 erfolgt. Der Bau soll 1928 vollendet werden, er wird großen Erd- und Wasserbauversuchen dienen. Die neue Halle ist mit einer Breite von 20 m und einer Länge von 125 m entworfen worden, so daß Versuche in großem Maßstab durchgeführt werden können. Die notwendigen Erfahrungen zum Betrieb einer solchen Großanstalt sind inzwischen gesammelt worden.

3. Ausgeführte Versuche.

Die bisher mit der Versuchseinrichtung ausgeführten Versuche waren teils rein wissenschaftlicher Art, teils waren sie für die Beantwortung besonderer Fragen von der Praxis in Auftrag gegeben worden.

Die wissenschaftlichen Versuche erstreckten sich auf die Nachprüfung der mit der kleinen Versuchseinrichtung bisher erhaltenen Ergebnisse und haben diese im wesentlichen bestätigt. Eine Beschreibung dieser Versuche wird in nächster Zeit veröffentlicht werden, nachdem die Auswertung abgeschlossen ist.

Von den anderen Versuchen sei, um das Wesen zu kennzeichnen, ein für die Firma Philipp Holzmann, Hamburg, ausgeführter Versuch kurz beschrieben. Die Firma hatte für ihr Baulos bei dem Bau der Hamburger Untergrundbahn eine ganz bestimmte Ausführungsart vorgeschlagen und erteilte den Auftrag, durch Versuche festzustellen, ob diese Ausführungsweise durchführbar sei. Die Baugrundabsteifung mußte hier besonders sicher ausgebildet werden, weil der Bahnkörper der Untergrundbahn in den Bahnkörper der Hochbahn einschneidet und Bewegungen des alten Bahnkörpers ausgeschlossen werden sollten. Insbesondere war zu untersuchen, ob der stehenbleibende Teil des Geländes imstande war, den aus dem aktiven Erddruck des Hochbahnkörpers entstehenden Bodendruck aufzunehmen, und wie groß die zu erwartende Sicherheit sei. Die Größe der Steifendrucke war von der Firma gegeben worden. Die Versuche wurden so durchgeführt, daß sowohl in dem kleinen Kasten als auch in dem großen Kasten die vorliegenden Verhältnisse im Modell nachgebildet wurden. Der Modellmaßstab betrug 1:7 bei dem kleinen Kasten und 1:2,38 bei dem großen Kasten. Die Abmessungen in dem großen Kasten kamen also der Wirklichkeit schon sehr nahe. Das Ergebnis dieser Versuche wurde nach dem bei den ersten Versuchen gefundenen Modellmaßstab auf die Verhältnisse der Praxis übertragen. Die Versuche ermöglichten eine Beantwortung der gestellten Fragen sowohl hinsichtlich der Sicherheit als auch in bezug auf die zu erwartenden Bewegungen elastischer und plastischer Art. Die sehr interessanten Versuche sollen einer späteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben.

Des weiteren wurden Versuche für die Gründung der Köln-Mülheimer Bogenbrücke (Entwurf Krupp) durchgeführt. Es handelte sich dort um die Frage der in der Fundamentsohle durch Reibung an den Fundamentwänden durch passiven Erddruck aufnehmbaren horizontalen Kräfte. Besonderer Wert wurde hierbei auf die Größe der erforderlichen Bewegungen gelegt. Auch hier war es möglich, wichtige Aufschlüsse zu erreichen. Weitere Versuche sind unter anderm für die Hamburgische Wasserbaudirektion in Arbeit. In allen Fällen, in denen Unsicherheit über die zu erwartenden Kräfte besteht, sind solche Versuche das einzige Mittel, um mit einem genügenden Grade von Genauigkeit die Kraftgrößen zu ermitteln und damit den Sicherheitsgrad des Bauwerkes zu erkennen und gegebenenfalls die Ausführung zu verbilligen. Neben den rein wissenschaftlichen werden somit wirtschaftliche Aufschlüsse von großem Werte gewonnen werden können.

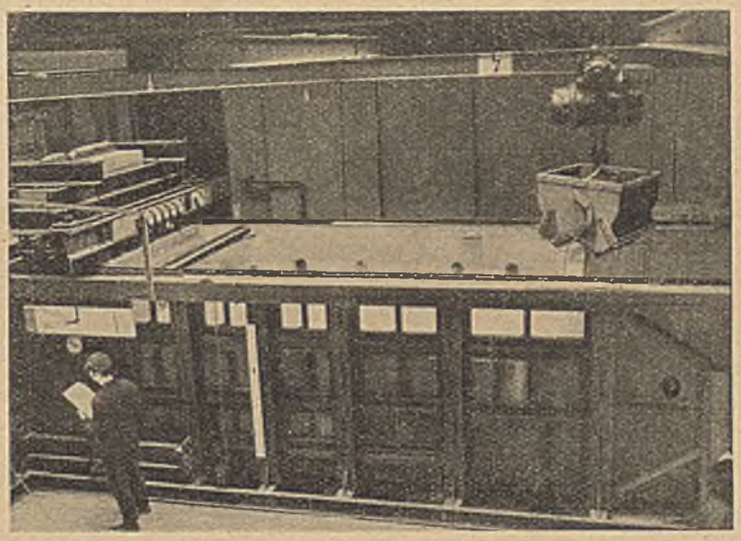


Abb. 5. Lichtbild des Erddruckkastens mit Förderbahn.

Zum Schlusse sei erwähnt, daß die Anstalt auch für das Gebiet des Wasserbaues und der Hydraulik jetzt soweit ausgebaut ist, daß Versuchsaufträge erledigt werden können.

KURZE TECHNISCHE BERICHTE.

Die Hängebrücke über den Ohio bei Portsmouth.

In den letzten 20 Jahren wurden neun große Brücken mit Stützweiten von 200 m und mehr über den Ohio gebaut, acht hiervon sind Auslegerbrücken, eine ein durchlaufender Balken von 2 × 236 m. In neuerer Zeit scheint man sich jedoch auch hier wieder den Hängebrücken zuzuwenden. Als erste hiervon ist die jetzt fertiggestellte Straßenbrücke zwischen Portsmouth, Ohio, und Fullerton, Ky., zu erwähnen, der im Laufe der nächsten Jahre noch vier weitere Hängebrücken folgen werden; eine hiervon, bei Point-Pleasant, W. Va., wird als Kettenbrücke ausgebildet werden.

Die Hängebrücke bei Portsmouth (s. Steinman, Ohio River Suspension Bridge at Portsmouth, Eng. News-Record 1927, S. 620) verdient wegen ihrer Montage und einiger konstruktiver Einzelheiten besonderes Interesse. Die Brücke hat, s. Abb. 1, eine Hauptöffnung von 213,4 m und zwei Seitenöffnungen von je 106,7 m Stützweite. Sie stellte sich 10% billiger als die billigste Auslegerbrücke mit der gleichen Stützweite in der Hauptöffnung, trotzdem die Untergrundverhältnisse für eine Hängebrücke denkbar ungünstig waren, so daß die Verankerungen ungewöhnlich weit nach hinten gezogen werden mußten. Liegen solche ungünstigen Untergrundverhältnisse nicht vor, so sind für amerikanische Verhältnisse selbst für noch kleinere Stützweiten die Hängebrücken noch wettbewerbsfähig. Auf Grund von Vergleichsrechnungen ist dort als kleinste wirtschaftliche Stützweite für Hängebrücken eine Hauptöffnung von rd. 125 m ermittelt worden. Dagegen fangen bei uns in Deutschland, wie der letzte Kölner Wettbewerb noch gezeigt hat, die Hängebrücken erst bei viel größeren Stützweiten an, wirtschaftlich zu sein. Der Grund hierfür liegt darin, daß bei uns die Kabelpreise unverhältnismäßig hoch sind, und vielleicht auch weil wir infolge geringer Erfahrungen im Bau von Hängebrücken mit zu großen Montagekosten rechnen.

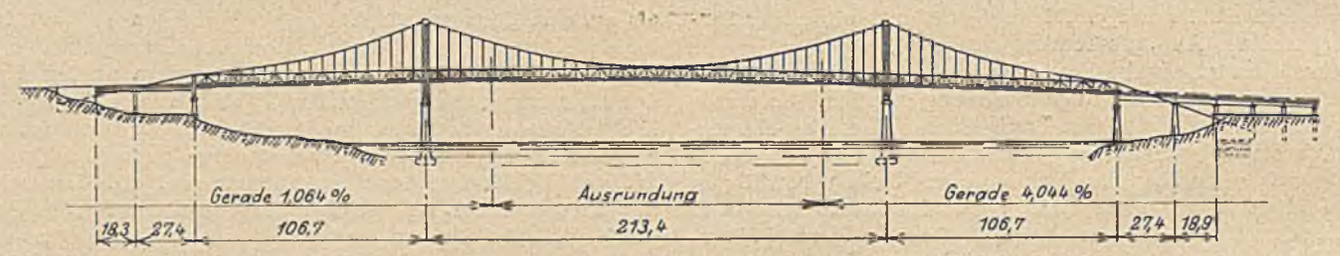


Abb. 1.

Der Kabelstich der Portsmouther Hängebrücke beträgt in der Hauptöffnung 21,3 m, gleich $^1/_{10}$ der Stützweite, in den Seitenöffnungen 5,40 m. Die Höhe des Versteifungsträgers beträgt 4,27 m oder $^1/_{50}$ der Stützweite.

Die Fahrbahn, s. Abb. 2, hat im ersten Ausbau eine nutzbare Breite von 6,71 m, der Fußweg eine Breite von 1,98 m. Bei der später vorgesehenen Verbreiterung der Brücke soll die Fahrbahn 8,54 m breit und der Fußweg außerhalb der Hauptträger angebracht werden. Dies bedingt einen Abstand der in einer senkrechten Ebene liegenden Versteifungsträger und Kabel von 9,60 m. Die Fahrbahn besteht aus einer rd. 6 cm starken Stampfasphaltschicht auf einer Holztafel von hochkantig stehenden Bohlen von abwechselnd 13 und 15 cm Höhe, um so einen besseren Verband mit der Asphaltschicht zu erreichen. Die Fußwegtafel besteht aus einem einfachen, 5 cm starken Bohlenbelag.

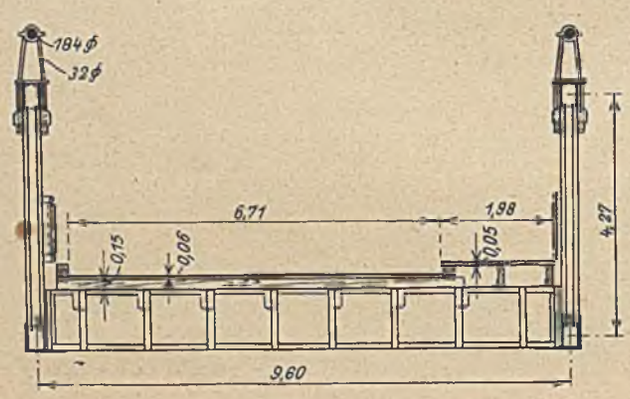


Abb. 2.

Die Pylonen haben eine Gesamthöhe von rd. 36 m. Ihre Breite beträgt oben 9,60 m. Nach unten hin verbreitern sie sich unter einer Neigung von 1:24 bis auf 12,40 m, um so im unteren Drittel die Fahrbahn und den Versteifungsträger ununterbrochen durchführen zu können, eine Ausführungsart, die zum erstenmal im Jahre 1911 beim ersten Kölner Wettbewerb für die Straßenbrücke über den Rhein in Vorschlag gebracht worden ist.

Die Pylonen sind als Pendelpfeiler ausgebildet. Es ist dies neben der Brücke bei Florianopolis die einzige außereuropäische Pylonenausbildung dieser Art. Diese Anordnung läßt, im Gegensatz zu den sonst in Amerika üblichen unten eingespannten Pylonen, neben bedeutender Materialersparnis in den Pylonen selbst sehr schmale Strompfeiler zu. Während der Montage mußten jedoch die Pylonen vorläufig eingespannt werden, was dadurch erreicht wurde, daß man sie von vorne herein mit seitlich auskragenden Knaggen versah, unter die man dann kurze Druckstempel setzte. Außerdem wurden sie noch durch Zugstangen, die seitlich um die Pfeilerköpfe herumgingen und im Pfeilerschaft verankert waren, gehalten. Nachdem die Kabel aufgebracht waren, wurden diese Knaggen und Zugstangen abgebrannt, und die Pylonen so wieder freigesetzt. An den Enden der Brücke, über den beiden ersten Landpfeilern, sind ebenfalls kurze Pendelpfeiler von rd. 9,80 m Höhe vorgesehen, über die die Kabel in die weiter zurückliegenden Verankerungskörper geleitet werden. Die Enden der Versteifungsträger sind in der Mitte dieser Pendel längsbeweglich gelagert. Die unter der Fahrbahn liegenden Hauptträger der auf beiden Seiten anschließenden 27,4 m langen Überbauten ruhen auf der die beiden Pendelpfeiler verbindenden Querausteifung auf.

Während die Versteifungsträger von Hängebrücken in Amerika im allgemeinen Gelenke aufweisen, ist bei dieser Brücke der Versteifungsträger kontinuierlich ausgebildet, da dieser im Vergleich mit der Gelenkausbildung bei gleichem Materialverbrauch steifer bzw. bei gleicher Steifigkeit billiger wird. Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung ist der geringe Spannungsunterschied zwischen den am stärksten bzw. am schwächsten beanspruchten Stäben, der sich bei dieser Brücke darin äußert, daß der stärkste Gurtstab 218 cm² und der leichteste Gurtstab 157 cm² Querschnitt hat, während die Schrägen in sämtlichen Feldern, bis auf die beiden Felder neben den Pylonen, aus dem gleichen Querschnitt bestehen.

Die Kabel der Brücke sind aus blankem, nicht verzinktem Stahldraht hergestellt, da die Untersuchung der Kabel der Williamsburgh-Brücke sowie der abgebrochenen Niagara-Eisenbahn-Brücke gezeigt hat, daß eine nachträgliche gut schließende Umwicklung der Kabel einen sicheren Schutz gegen das Eindringen von Feuchtigkeit bietet. Jedes der beiden Kabel hat einen Nutzquerschnitt von 194 cm² und besteht aus drei Litzen von je 486 Drähten von 4,1 mm ⌀. Eine größere Drahtstärke wurde nicht gewählt, da anzunehmen war, daß der Draht sich beim Zusammenlegen zu Litzen sonst als zu steif erweisen würde. Die spätere Umwicklung des fertigen Kabels erfolgte mit ausgeglühtem, doppelt verzinktem Stahldraht von 3,8 mm ⌀.

Die Verankerung der Kabel erfolgt auf beiden Ufern in Eisenbeton-Ankerkellern von rd. 18 m Länge. Unten und an den beiden Enden sind diese Ankerkeller durch Eisenbetonplatten miteinander verbunden, so daß ein großer Eisenbetonkasten von rd. 14 × 18 m Grundfläche entsteht, der durch aufgesetzte Mauern bis über Geländehöhe hinaufgezogen ist. Zur Erhöhung des Gewichtes ist dann der ganze Kasten mit 1450 t Sand angefüllt.

In jedem Obergurtknotenpunkt des Versteifungsträgers ist dieser mit einer offenen Drahtseilschlaufe von 3,2 cm Seildurchmesser aus doppeltverzinktem Stahldraht an die Kabel angehangen. Im Gegensatz zu allen bisherigen Hängebrücken sind hier zum erstenmal die Hangeseile ohne Nachstellvorrichtung ausgebildet. Man entschloß sich hierzu auf Grund einer Beobachtung, die man bei der alten Steubenville-Brücke gemacht hatte; hierbei ergab nämlich eine nachträgliche Untersuchung, daß die Längen einzelner Hängeseile bis zu 12 cm vom Sollwert abwichen. Um dieses bei der vorliegenden Hängebrücke unmöglich zu machen, wurde hier die Nachstellvorrichtung fortgelassen und statt dessen auf eine möglichst genaue Ablängung der Hängeseile besonderer Wert gelegt.

Die der Berechnung zugrunde gelegte Belastung bestand für die Fahrbahn normal aus drei nebeneinander stehenden 13,6-t-Last-

wagen, als außergewöhnliche Belastung aus einem 18,2-t-Lastwagen in der ungünstigsten Laststellung. Für die Längsträger war diese Belastung um 37½%, für die Querträger um 30% als Stoßzuschlag zu erhöhen. Für die Berechnung der Versteifungsträger, Pylonen, Kabel und Verankerungen war eine gleichmäßig verteilte bewegliche Belastung der Brücke von 2,1 t/m zuzüglich einer beweglichen Einzellast von 36,4 t anzunehmen.

Das der Berechnung zugrunde gelegte Eigengewicht der verbreiterten Brücke betrug für ein Kabel 2600 kg/m und setzte sich wie folgt zusammen: Fahrbahntafel und Fußweg 1000 kg/m, Fahrbahnrost und Geländer 820 kg/m, Versteifungsträger und Verbände 580 kg/m, Kabel und Hängeseile 200 kg/m.

Für die Konstruktion gelangte Flußstahl von 4200 bis 4900 kg/cm² Festigkeit bei einer Elastizitätsgrenze von 2500 kg/cm² zur Anwendung. Die zulässige Beanspruchung betrug für die Hauptkräfte 1260 kg/cm², für den Versteifungsträger wurde sie auf 1690 kg/cm² erhöht. Bei Berücksichtigung der Zusatzkräfte durften diese Spannungen noch um 25% erhöht werden. Dieses ergab für den Versteifungsträger eine maximal zulässige Spannung von 2100 kg/cm². Man ließ diese ungewöhnlich hohe Spannung, die nur noch 400 kg/cm² unter der Elastizitätsgrenze liegt, für die Versteifungsträger mit Rücksicht darauf zu, daß die Standsicherheit der Brücke von dem Versteifungsträger selbst ja nicht unmittelbar abhängig ist.

Für die Stahldrähte der Kabel betrug die Zerreißfestigkeit 15 500 kg/cm² bei einer Streckgrenze von 9900 kg/cm². Die zulässige Spannung betrug 5600 kg/cm².

Die Montage der Brücke erfolgte nicht nach dem in Amerika für solche Stützweiten sonst üblichen Luftspinnverfahren, sondern die einzelnen Litzen wurden längs des Flusses am Ufer gesponnen. Ein Kostenvergleich hatte ergeben, daß das Luftspinnverfahren für kürzere Stützweiten durch den unter den Kabeln erforderlichen Montagesteg gegenüber dem Bodenspinnverfahren — auch Ohio-Verfahren genannt — teurer ist. Ein weiterer Vorteil des Bodenspinnverfahrens liegt darin, daß die erforderliche Montagezeit kürzer ist, da bereits mit dem Spinnen der Litzen begonnen werden kann, bevor die Pylonen und Verankerungen fertiggestellt sind.

Das Spinnen der Litzen erfolgte von einem durch Motor angetriebenen Wagen aus, der auf einem längs des Ufers verlaufenden Gleis von 550 m Länge hin- und herfuhr. Dieser Wagen trug zwei Rollen Draht, welche er mittels besonderer Führungsstücke auf jeder Seite des Gleises in ein aus V-förmig zugeschnittenen Bohlen hergestelltes Bett legte. An beiden Enden des 550 m langen Bettes wurden die horizontal gesponnenen Drähte nach unten abgebogen und um den in einem Betonkörper verankerten Litzenschuh gelegt. Durch verschieden starkes Heben und Senken des Litzenschuhes beim Auflegen des Drahtes wurde erreicht, daß die einzelnen Drähte genau ihre vorschriftsmäßige Länge erhielten, je nachdem sie in dem fertigen Kabel nach oben oder unten zu liegen kamen. Durch diese Anordnung wurde erreicht, daß einzelne Drähte des auf die Pylonen aufgebrachten Kabels keine Zusatzspannungen infolge der Krümmung des Kabels über den Pylonen erhalten, sondern alle Drähte gleichmäßig an der Kraftübertragung teilnehmen, ein Spannungszustand, der sich sonst nur durch das Luftspinnen erreichen läßt.

Dieses hier angewandte Spinnverfahren ist, vom statischen wie wirtschaftlichen Standpunkte aus betrachtet, auch dem in Deutschland für Hängebrücken öfters — zuletzt noch beim letzten Kölner Wettbewerb — vorgeschlagenen Verfahren, die Kabel aus einzelnen patentverschlossenen Litzen herzustellen, unbedingt vorzuziehen, da bei dem letzteren die erwähnten Zusatzspannungen über den Pylonen unvermeidlich sind, und außerdem die Kraftverteilung in den Kabeln wegen des nur unsicher zu bestimmenden und mit der Belastung wechselnden Elastizitätsmoduls der Berechnung nur genähert zugänglich ist.

War der Spinnwagen 243 mal hin- und hergefahren, so waren zwei Litzen gesponnen, welche dann in kurzen Zwischenräumen provisorisch gebündelt wurden. Nachdem auf diese Weise die für die Kabel erforderlichen sechs Litzen gesponnen waren, wurden diese einzeln mittels Kähnen über den Fluß hinübergezogen, die Litzenschuhe in den endgültigen Auflagern befestigt, und die Litzen von auf den Pylonen aufgestellten Galgen aus auf diese einzeln hinaufgezogen und in ihre endgültige Lage gebracht. Dann wurden die provisorischen Bindungen gelöst, das ganze Kabel von einer an dem Kabel selbst hängenden Laufkatze aus mit einer Kabelpresse, die aus drei um 120° gegeneinander versetzten, hydraulisch gekuppelten Druckpressen bestand, zusammengepreßt und in der üblichen Weise umwickelt.

Nach dem Spinnen der ersten beiden Litzen ereignete sich ein unerwarteter, doch lehrreicher Zwischenfall. Als nämlich auf einer Seite der Litzenschuh der ersten fertig gesponnenen und gebundenen Litze aus seinem provisorischen Auflager entfernt werden sollte, schnellte er von der ihn haltenden Ankerschiene herunter, und die ganze Litze wickelte sich auf etwa 15 m Länge zu einer großen Spirale von vielen Windungen zusammen. Glücklicherweise gelang es, diese Spirale wieder zurückzuwinden, so daß diese Litze doch noch eingebaut werden konnte. Um beim Lösen der übrigen Litzenschuhe aus den provisorischen Verankerungen und beim Transport der Litzen über den Fluß einer Wiederholung dieses Unfalles vorzubeugen, wurde bei diesen auf die Litzenschuhe ein querlaufendes Brett aufgeschraubt, so daß sich der Schuh und damit auch die Litze nicht um ihre Achse drehen konnten.

Für zukünftige Kabelmontagen dieser Art ist es empfehlenswert, den Draht vor dem Spinnen zu recken, um ihm so alle Tendenz, sich zu Spiralen zusammenzuwickeln, zu nehmen.

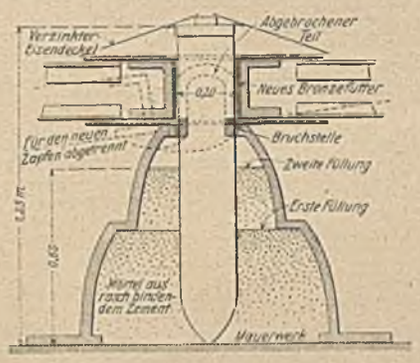
Nachdem die Kabel fertig montiert, und die Hängeseile aufgebracht waren, wurden die Versteifungsträger an diese angehängt, und zwar wurden sie immer in Längen von zwei Feldern in der Werkstatt fertiggestellt und dann von einem schwimmenden Derrickkran mit 40 m langem Ausleger an die Hängeseile angeschlossen. Um sicher zu sein, daß das Eigengewicht der Brücke allein von den Kabeln getragen wird, die Versteifungsträger also bei gleichmäßig verteilter Belastung spannungslos sind, wurde mit der Vernietung der einzelnen Felder des Versteifungsträgers erst begonnen, nachdem alle Teile des Versteifungsträgers an die Kabel angehangen waren, und diese die für gleichmäßig verteilte Belastung maßgebende Form angenommen hatten. Dann konnte, von den beiden Ufern beginnend, die Fahrbahn eingebaut werden.

Der Entwurf dieser Brücke stammte von Robinson & Steinman, ausgeführt wurde sie von der Dravo Contracting Co.

Dipl.-Ing. Bergfelder.

Ausbesserung des Drehzapfens einer Eisenbahndrehbrücke.

Eine Eisenbahndrehbrücke von 115 m Spannweite und 350 Tonnen (je 900 kg) Gewicht über den Illinoisfluß ließ sich infolge Verrückens um 3 cm und Kippens um 15 cm eines Morgens nicht schließen. Die Ursache war ein alter, durch Öl und Schmutz verkitteter Bruch des Tragzapfens über dem ersten Absatz. Die Brücke wurde durch Winden mit zusammen 380 t Tragkraft gehoben und dabei durch Keile in die richtige Lage zurückgebracht, die Deckplatte des Drehrings durchgebrannt und ein Hilfszapfen eingesetzt, so daß die Brücke am nächsten Nachmittag für den Eisenbahnverkehr wieder benutzt werden konnte. Inzwischen war in den Eisenbahnwerkstätten der neue stärkere und längere stählerne Drehzapfen fertig geworden (s. Abb.), der auf das Pfeilermauerwerk aufgesetzt und mit Mörtel aus raschbindendem Aluminiumzement vergossen wurde. Nachdem noch das Bronze-Ringlager durch ein breiteres ersetzt worden war, konnte die Brücke am Ende des dritten Tages für den Schiffsverkehr ausgedreht werden. (Nach Engineering News-Record vom 22. Sept. 1927, S. 480—481 mit 1 Zeichn.) N.



Vereinigte Schwergewichts- und gegliederte Sperrmauer in Kalifornien.

Im Juli 1927 ist im Pitfluß in Kalifornien eine Sperrmauer fertiggestellt worden, die zunächst eine Wassermenge von 2,4 Mill. m³ aufzusammeln hat, um den ungleichmäßigen Abfluß vom Kraftwerk oberhalb in einen gleichmäßigen umzuwandeln, und später ein neues

Kraftwerk speisen soll. Wegen des stark abfallenden Felsgrundes sind nur die rechte Sperrmauerhälfte, mit zwei Überläufen von je 20,75 m Weite und Trommelschützen und Sturzwellenbrechpfeilern im Abschußboden, und die 52 m lange und 9 m starke Mittelmauer auf Fels gegründet worden, die linke Hälfte in aufgelöster Bauweise mit elf Feldern von je 5,4 m Weite auf einer 0,9 m starken Eisenbetonplatte mit Herdmauern (s. Abb.). Der Gesamtaushub war 52 500 m³, der

Gesamtbetonbedarf 31 500 m³, wovon nur ein Viertel auf den gegliederten Mauerteil entfiel, was deutlich die durch ihn erzielte große Ersparnis veranschaulicht. (Nach Engineering News-Record vom 22. Dez. 1927, S. 994—995 mit 1 Lichtb. und 4 Zeichn.). N.

Deutsche Bauausstellung Berlin.

Die in Berlin für das Jahr 1930 geplante Bauausstellung wird die folgenden Hauptgruppen umfassen:

I. Baustoffe
und dazu gehörige Maschinen, Werkzeuge und Geräte.

1. Steine, Erden und Bindemittel:
   Natursteine, Kalk-, Kalksandstein, Kreide, Gips, Zement-Beton, Ton-Ziegel, feuerfeste Erzeugnisse u. a. m.
2. Eisen.
3. Holz.
4. Glas.
5. Ausbaustoffe:
   Dachpappe, Isolierstoffe, Asphalt, Teererzeugnisse, Farben, Lacke, Papier, Tapeten, Gewebestoffe.

II. Bauausführung
und dazu gehörige Maschinen, Werkzeuge und Geräte.

1. Bauindustrie:
   Hochbau, Tiefbau.
2. Bauhandwerk:
   Maurer-, Zimmerergewerbe, Bautischlerei, Bauglaserei, Schlosserei, Klempnerei, Dachdeckerei, Installation, Maler- und Tapezierergewerbe, Ofensetzergewerbe u. a. m.
3. Gartenbau.
4. Soziale Einrichtungen.

III. Baukunst, Bauwissenschaft, Bauverwaltung und Baufinanzierung.

1. Baukunst:
   a) Städtebau. Landesplanung.
   b) Ingenieurbauwesen:
      Grundbau, Bergbau, Straßenbau, Brückenbau, Bahnbau, Wasserbau, Hafenbau, Wasserversorgung, Kanalisation, Melioration, Verkehrsanlagen, Ingenieurhochbauten u. a. m.
   c) Architektur:
      Wohnungs- und Siedlungsbau, Bauten für Handel und Gewerbe, Industriebau, Monumentalbau, Wohlfahrtsbauten, Verkehrsbauten, landwirtschaftliche Bauten, Sportanlagen u. a. m.
   d) Raumkunst, Innenausstattung und Kunstgewerbe.
   e) Denkmal- und Friedhofskunst.
   f) Gartenbaukunst.
2. Bauwissenschaft:
   a) Forschung:
      Wissenschaftliche Untersuchung, Statistik, Typ, Norm, Sozialpolitik, Volkswirtschaft.
   b) Fachliteratur.
3. Bauverwaltung:
   Gesetzgebung, Baupolizei, Bauordnung, Heimatschutz.
4. Baufinanzierung:
   Ausschreibung, Vergebung.

IV. Lehrwesen mit fachlichen Vorführungen.

1. Baustoffkunde.
2. Bauausführung.
3. Maschinenbau.
4. Baukunst.
5. Bauwissenschaft.
6. Bauverwaltung.
7. Baufinanzierung.

Zusammenfassung aller Kräfte der Wirtschaft, Wissenschaft und Kunst, fachliche Begrenzung des Ausstellungsinhaltes, richtige Erkenntnis des angestrebten Zieles und nicht zuletzt die ideelle und tatsächliche Unterstützung durch alle in Frage kommenden öffentlichen Stellen sind Voraussetzung für das Gelingen des Planes. Es gilt, aller Welt vor Augen zu führen, daß eine hochentwickelte Bauwirtschaft unter dem befruchtenden Einfluß der technischen Wissenschaften und der Kunst nicht nur bewundernswerte Bauwerke zu bilden, sondern auch dazu beizutragen vermag, die gesundheitlichen, wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse einer immer dichter werdenden Bevölkerung zu verbessern und ihren Wohlstand zu fördern. Möchten alle in Betracht kommenden Kreise mithelfen, die gestellte Aufgabe zu erfüllen zum Segen deutscher Kultur und deutscher Wirtschaft.

WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN.

Einführung der VOB. Der Freistaat Baden hat nunmehr auch die Verdingungsordnung für Bauleistungen eingeführt, ebenso hat Bayern die Einführung bereits beschlossen.

Von den deutschen Ländern fehlt nun nur noch Lippe und die Städte Hamburg und Bremen.

Von den größeren Städten fehlen immer noch Berlin, Breslau, Dresden, Düsseldorf, Frankfurt a. M. und a. O., Königsberg, München, Magdeburg, Mannheim, Stettin, Stuttgart und Würzburg.

Vielfach wurden bei der Einführung der VOB. Sonderbestimmungen in Kraft gesetzt, die zum Teil eine Änderung bedeuten. Die Einführung der VOB. ist zunächst aber nur probeweise erfolgt, und der Reichsverdingungsausschuß wird sich vor der endgültigen Einführung erneut mit ihr beschäftigen und alle Abänderungsvorschläge beraten, die während der probeweisen Einführung eingehen. Aus diesem Grunde wäre es zweckmäßiger gewesen, zunächst alle Wünsche über Abänderungen zurückzustellen, bis die probeweise Einführung abgeschlossen ist.

Reparationsbauten in Frankreich. Die an Frankreich zu überweisende Reparationsleistung beträgt im laufenden Reparationsjahre 5,3 Milliarden Franken. Infolge der Schwierigkeiten auf dem französischen Markt kann die bisherige Art der Sachlieferungen nicht mehr durchgeführt werden, sondern es müssen auch Reparationsleistungen, die keinen Wettbewerb in der französischen Industrie haben, nämlich Aufträge auf Bauleistungen, den deutschen Unternehmern übertragen werden.

Es schwebt eine große Zahl von Bauvorhaben, die sich vor allem auf die Versorgung mit elektrischen Strom beziehen oder Verkehrsanlagen in Frankreich betreffen.

Ein Gesetzentwurf in der französischen Kammer will die Sachleistungen erleichtern, die Reparationslieferungen von Zöllen befreien und die kreditweise Finanzierung der Arbeiten ermöglichen.

Verwendung deutscher Pfandbriefe für Wohnungsbaukredite in Amerika. Die Deutsche Bau- und Bodenbank hat eine Anleihe von 5¼ Millionen Dollar auf 20 Jahre bei 6,5% Zinsen abgeschlossen. In dieser Anleihe ist es gelungen, eine Konstruktion zu finden, mit deren Hilfe deutsche Goldmark-Pfandbriefe zur Kapitalbeschaffung in Amerika fruchtbar gemacht worden sind. Es ist zwar bisher in einigen wenigen Fällen möglich gewesen, deutsche kapitalertragsteuerfreie Pfandbriefe im europäischen Ausland direkt abzusetzen, aber bei den Amerikanern den deutschen Pfandbrief einzubürgern, ist bisher noch nicht gelungen, und zwar vor allem deswegen, weil die deutschen Pfandbriefinstitute keine Valutaverpflichtung eingehen können und auch eine Spezialhaftung für die Pfandbriefe nicht gestellt werden konnte.

Diese Schwierigkeiten sind bei der neuen Anleihe dadurch umgangen worden, daß die deutsche Bau- und Boden-Bank bei ihrer Anleihe eine Dollar-Verpflichtung auf sich genommen hat, aus dem Erlös aber Pfandbriefe der Deutschen Wohnstätten-Hypothekenbank A.-G. und der Preußischen Landespfandbriefanstalt kauft und diese als Sicherheit für die Anleihe bei dem Treuhänder hinterlegt.

Neben der Übernahme des Valuta-Risikos zwischen den auf Goldmark lautenden Pfandbriefen und der in Dollar lautenden Schuld durch die Deutsche Bau- und Bodenbank besteht noch die Sicherung, daß der Goldwert der Pfandbriefe gesetzlich über den Londoner Goldpreis errechnet wird.

Die Anleihe wurde um etwa 100% überzeichnet, obgleich darüber Klarheit herrschte, daß sie zum Bau von mittleren und kleineren Wohnungen dienen soll. Allerdings war die Befreiung von der Kapitalertragsteuer eine unbedingte Voraussetzung für ihren Abschluß.

Nach dem Erfolg dieser Anleihe wird das amerikanische Bankhaus Becker nicht abgeneigt sein, sich weiter in dieser Art von Anleihen zu betätigen, so daß es nur von den deutschen Stellen abhinge, ob man auf diese Weise dem Wohnungsbau helfen oder ob man ihm diese Möglichkeit weiter versperren will.

Die Weitergabe der Darlehen erfolgt zu 7% Zinsen. In der Hauptsache werden die Mittel benötigt, um die Zwischenfinanzierung aus dem Reichszwischenkredit für die beiden genannten Hypothekenbanken durch Dauerkredite abzulösen.

Die Mittel für den Wohnungsbau. Nach den Feststellungen des Instituts für Konjunkturforschung sind für den Wohnungsbau insgesamt in der Vorkriegszeit (Durchschnitt der Jahre 1903—11) jährlich folgende Beträge aufgebracht worden:

Hypothekenbanken	443,7	Mill. M.
Private Versicherungsunternehmen	231,9	„ „
Sparkassen und sonstige Kreditgeber	531,2	„ „
Private Kapitalisten	300,0	„ „
	1506,8	Mill. M.

In den letzten beiden Jahren verteilten sich die aufgebrachten Beträge nach den Angaben des statistischen Reichsamtes etwa wie folgt:

	1926	1927
	in Mill. RM.	
Hypotheken der Sparkassen und Realkreditinstitute	400	750
Zwischenkredite auf I. Hypotheken	200	250
Hauszinssteuermittel	765	765
Arbeitgeberdarlehen und besondere Mittel der öffentlichen Hand	40	50
Anleihen auf Vorschüsse der Länder und Gemeinden	350	550
Eigenes Baugeld, Arbeitgeberdarlehen	300	400
	2055	2765

Eine Beurteilung der Aussichten des Baumarktes für das laufende Jahr muß mit einer Reihe unsicherer Faktoren rechnen. Neben der Ungewißheit über die Leistungsfähigkeit des privaten Kapitalmarktes ist vor allem die Frage der künftigen Behandlung von Auslandsanleihen für den Wohnungsbau noch offen. Im Statistischen Reichsamt wird aber entgegen anderen amtlichen Äußerungen, angenommen, daß unter der Voraussetzung einer stetigen Wirtschaftsentwicklung auch das Jahr 1928 einen über das vorhergehende Jahr hinausgehenden Zuwachs an Wohnungen bringen wird.

Wenn man aber berücksichtigt, daß über 700 Millionen RM. aus dem Vorjahre nunmehr erst konsolidiert werden müssen, erscheint uns diese Annahme etwas optimistisch. 1927 wurden mindestens 260 000 Wohnungen fertiggestellt, wenn aber nicht eine grundlegende Änderung in der Wohnungsbaufinanzierung erfolgt, so wird es nicht möglich sein, diese Zahl auch nur annähernd in diesem Jahre wieder zu erreichen.

Antrag zur Verteilung der Hauszinssteuerhypotheken. Im Preußischen Landtag ist von der Wirtschaftlichen Vereinigung folgender Antrag eingebracht worden:

„Die Ansammlung der aus der Hauszinssteuer stammenden Hypotheken in der öffentlichen Hand entzieht der Privatwirtschaft ganz erhebliche Beträge, die ohne genügende Kontrolle ausgegeben werden. Die sogenannten gemeinnützigen Gesellschaften unterhalten einen Verwaltungsapparat, der einen wesentlichen Teil der Hauszinssteuermittel in Anspruch nimmt und damit dem Wohnungsneubau entzieht. Das geltende System der Verteilung der Hauszinssteuer hat den Erfolg gezeitigt, daß nach eigener Angabe der Vertreter dieses Systems die Wohnungsnot nicht gemildert, sondern weiter verschärft worden ist. Es liegt daher im Interesse einer gesunden Entwicklung unserer Wohnungswirtschaft, mit dem geltenden System der Vergebung der Hauszinssteuer schleunigst ein Ende zu machen.

Wir beantragen daher: Der Landtag wolle beschließen, das Staatsministerium zu ersuchen, die Bestimmungen über die Verwendung und Verteilung der Hauszinssteuermittel dahin abzuändern, daß die verfügbaren Gelder in Form von Bauzuschüssen oder Bauprämien dem privaten Bauhandwerk zugeführt werden."

Nach der bisherigen Verteilung der Hauszinssteuermittel erhielten die gemeinnützigen Gesellschaften rund $^2/_3$ des für den Wohnungsbau zur Verfügung stehenden Aufkommens. Bei einem jährlichen Zugang von 200 000 Wohnungen wächst die Kapitalmacht dieser Gesellschaften etwa um 1,3 Milliarden RM. pro Jahr. Es entwickelt sich daraus allmählich eine Übermacht solcher Gesellschaften im Wohlnungswesen, die zu politischen Zwecken ausgenutzt werden kann.

An einer Änderung der jetzigen Verhältnisse hat daher das gesamte private Baugewerbe (nicht nur, wie im Antrag gesagt ist, das Bauhandwerk) Interesse. Der Antrag der Fachgruppe Bauindustrie des Reichsverbandes der Deutschen Industrie auf Gewährung von Hauszinssteuerhypotheken an jedermann, der die erststellige Hypothek für sein Bauvorhaben nachweist, zeigt den Weg, der zur Beseitigung der Gefahr einer gemeinwirtschaftlichen Übermacht führen kann.

Der Wohnungsausschuß des Städtetages hat den Städten eine genaue Nachprüfung der von den Bauherren angegebenen Kosten empfohlen, um bei der Verteilung von Hauszinssteuerhypotheken Überfinanzierungen zu erschweren.

Die Regelung der Holzeinfuhr aus Polen. Durch Gesetz vom 2. Februar 1928 hat der Reichstag dem Abkommen mit Polen (vgl. H. 5, S. 87) zugestimmt. Durch dieses Abkommen gewährt Deutschland Polen ein Einfuhrkontingent für 1250 Tausend Kubikmeter Schnittholz in der Zeit zwischen dem 1. Dezember 1927 und dem 30. November 1928 einschließlich. Der deutsche Zollsatz von RM. 1.— je dz wird hierfür angewandt. Polen verpflichtet sich dagegen, innerhalb dieser Zeit die Zollsätze für Sägeklötze und für Rundholz in folgender Höhe festzusetzen:

Langholz und Kötze	je 100 kg
a) von Nadelbäumen	0,40 Zloty
b) von Laubbäumen, mit Ausnahme von Buchen-, Espen- und Erlenholz	0,20 „
c) Espenholz, unbearbeitet	1,50 „

Außerdem erklärte sich Polen bereit, die schon durch eine besondere Verordnung für die Zeit vom 26. Dezember 1927 ab vorgesehene 100-prozentige Zollerhöhung Deutschland gegenüber nicht zur Anwendung zu bringen, solange die inzwischen aufgenommenen Verhandlungen über ein Handelsabkommen dauern.

Festsetzung der Lohnperioden für das Jahr 1928. Am 16. und 18. Februar 1928 fanden in Berlin Verhandlungen zwischen den Vertragsparteien des Reichstarifvertrages für das Baugewerbe statt, um die Lohnperioden für die Zeit vom 1. April 1928 bis zum 31. März 1929 festzusetzen. Die Arbeitgeber verlangten die Festsetzung nur einer Lohnperiode für die ganze Zeit, während die Gewerkschaften auf einer dreimaligen Staffelung bestanden.

Die Verhandlungen führten zu einer Einigung mit dem Ergebnis, daß zwei Lohnperioden festgesetzt werden, und zwar die erste bis zum 26. September 1928, die zweite vom 27. September bis zum 31. März 1929.

Die Bezirksverbände sollen wieder wie im vorigen Jahre das Recht haben, die Löhne für die ganze Zeit gleichzeitig festzusetzen.

Arbeitsmarktlage Anfang Februar. Infolge schwankender Witterungsverhältnisse war die Aufnahmefähigkeit des Baugewerbes noch recht gering. Auch der allgemeine Arbeitsmarkt hat keine bedeutende Besserung aufzuweisen. So ist z. B. die Arbeitslosenzahl in der Textilindustrie noch etwas angestiegen. Der Baumarkt zeigt teilweise eine leichte Aufwärtsbewegung. Bei Maurern und Bauhilfsarbeitern sank die Arbeitslosenziffer daher im allgemeinen einigermaßen, obgleich Thüringen noch einen Zuwachs von arbeitslosen Bauarbeitern zu verzeichnen hat. — Neubauten sind bis jetzt kaum in Angriff genommen worden, meist handelt es sich um Restarbeiten aus dem Vorjahr. Die unklare Lage auf dem Geld- bzw. Kapitalmarkt ist vornehmlich die Ursache der geringen Beschäftigung im Baugewerbe.

Rechtsprechung.

Der „Bezirk" eines tariffähigen Arbeitnehmerhauptverbandes ist selbst tariffähig. Für den Bruch eines für den „Bezirk" für verbindlich erklärten Tarifvertrages haftet nicht der Hauptverband, sondern der „Bezirk", neben diesem außerdem der Leiter des „Bezirks". Die Haftung ist eine Haftung aus Vertrag, nicht aus unerlaubter Handlung. (Entsch. des Reichsger., III. Zivils., v. 25. Mai 1927 — III. 438/26).

Br. hatte als Leiter des Bezirks E. des Arbeitnehmerhauptverbands L. vor der Schlichterkammer und im Arbeitsministerium über einen mit dem Bezirk E. abzuschließenden Tarifvertrag verhandelt. Die noch fehlende Zustimmung des Br. zu dem Tarifvertragsvorschlag der Schlichterkammer wurde die Verbindlichkeitserklärung des Arbeitsministers ersetzt. Um die Umgestaltung einzelner Tarifvertragsbestimmungen zu erreichen, hatte Br. in seiner Eigenschaft als Leiter des Bezirks E. dessen Mitglieder zum Streik aufgehetzt und die Streikenden durch Bewilligung und Auszahlung von Geldmitteln unterstützt. Für die Folgen dieses Vertragbruchs hat der als Vertragsgegner beteiligte Arbeitgeberverband sowohl den Bezirk E., wie auch den Bezirksleiter Br. auf Schadensersatz als Gesamtschuldner in Anspruch genommen.

Das Reichsgericht hat zunächst ausgesprochen, daß nicht nur der Arbeitnehmerhauptverband L., sondern auch dessen Bezirk E. selbständig tariffähig ist. Für den Bruch eines vom Bezirk E. allein abgeschlossenen Tarifvertrages haftet dieser, nicht der Hauptverband. Dasselbe gilt auch für einen für verbindlich erklärten Tarifvertrag. Neben dem Bezirk E. haftet als Gesamtschuldner dessen Leiter Br. Das Reichsgericht hält die Ablehnung der Verantwortung des Br. durch das OLG. nicht für gerechtfertigt. Nach Ansicht des OLG. kann die Fiktion der Verbindlichkeitserklärung, die Zwangstarifsvertrags-Parteien hätten den Vertragsinhalt in freiwilliger Willenseinigung vereinbart, nicht zu der Unterstellung führen, daß Br. als Leiter des Bezirks E. auch in dessen Vertretung die Annahme des Tarifvertrages gewollt und erklärt habe. Demgegenüber weist das Reichsgericht darauf hin, da es dem Vertragsgegner eines nicht rechtsfähigen Vereins — ein solcher ist der Bezirk E. —, dessen Vermögensverhältnisse bei dem Vertragsschluß meist unbekannt sind und keine Gewähr für Befriedigung von dem Verband selbst bieten. Deshalb legt § 54 BGB. dem Vertreter eines solchen Verbands unabhängig von seinem Haftungswillen und der Möglichkeit des Zugriffs auf das Vermögen des Vereins oder seiner Mitglieder eine selbständige Haftung auf. Ersetzt die Verbindlichkeitserklärung die Annahme des Tarifvertrages, so muß sie schon als staatlicher Hoheitsakt dieselbe rechtliche Tragweite haben, wie der freiwillige Abschluß des Tarifvertrages. Die hierdurch begründete Friedenspflicht lag nicht nur dem Bezirk E., sondern auch seinem Leiter Br. ob, der für die Verletzung dieser Pflicht als Gesamtschuldner haftet. Diese Haftung ist eine vertragliche, nicht eine aus unerlaubter Handlung. Insbesondere stempeln weder das Ziel, das die Arbeitnehmer erstrebten, noch das angewandte Kampfmittel oder die wirtschaftlichen Folgen für die Arbeitgeber die Handlungsweise des Bezirks E. oder seines Leiters Br. zu einer sittenwidrigen im Sinne von § 826 BGB.

Vereinbarung untertariflicher Löhne ist unwirksam, Verzicht auf den in der Vergangenheit fällig gewordenen Tariflohn jedoch zulässig. In der widerspruchslosen Annahme des untertariflichen Lohnes durch den Arbeitnehmer während längerer Zeit ist nicht ohne weiteres ein Verzicht auf den Tariflohn zu erblicken. (Entscheidung des Landesarbeitsgerichts Jena vom 31. August 1927 — S 8/27.)

Die Vereinbarung eines Lohns unter den Tarifsätzen ist unwirksam. An Stelle des unwirksam vereinbarten Lohnes tritt der Tariflohn. Abweichende Vereinbarungen sind nur wirksam, soweit der Tarifvertrag sie ausdrücklich zuläßt, oder soweit sie eine Änderung der

Arbeitsbedingungen zugunsten der Arbeitnehmer enthalten und im Tarifvertrag nicht ausdrücklich ausgeschlossen sind. Die Sondervereinbarung eines untertariflichen Lohns ist auch dann nicht rechtswirksam, wenn sie erfolgt, weil für den Arbeitgeber der Tariflohn nicht tragbar ist, und damit es vermieden wird, infolge wirtschaftlicher Schwierigkeiten des Arbeitgebers, Arbeitnehmer zu entlassen, die dann möglicherweise der Arbeitlosigkeit anheimfallen. Denn bei der Anwendung des Tarifvertrags, eines kolektiven Vertrages, ist nicht das Einzelinteresse eines Arbeitnehmers oder einer Reihe von Arbeitnehmern, sondern die allgemeine Interessenlage der am Tarifvertrag beteiligten Arbeitnehmerschaft, nicht nur der in Frage kommenden Belegschaft, ausschlaggebend.

Dagegen ist, wenn auch ein Verzicht auf den Tariflohn für die Zukunft keine Rechtswirkung hat, doch ein solcher auf den in der Vergangenheit fällig gewordenen Lohnanspruch zulässig. Es hätte einer ausdrücklichen gesetzlichen Bestimmung bedurft, wenn im Tarifrecht im Gegensatz zu der sonstigen Rechtsordnung das Verfügungsrecht über erworbene Ansprüche hätte ausgeschlossen werden sollen.

Jedoch darf trotz äußerer Verzichtshandlung nicht ohne weiteres auf den Verzichtswillen geschlossen werden, wenn die Umstände des Falls erkennen lassen, daß bei der äußeren Verzichtshandlung kein unbeeinflußter Wille geherrscht hat, daß der Arbeitnehmer in einer Zwangslage gehandelt hat. Die widerspruchslose Annahme des untertariflichen Lohns in Kenntnis der Höhe des Tariflohns während längerer Zeit schließt nicht ohne weiteres einen Verzicht auf die tariflich zustehenden Mehrbeträge in sich. In dem zur Entscheidung stehenden Fall hatte der Arbeitnehmer unter der Vorstellung gehandelt, daß er bei Fordern des Tariflohns mit Entlassung und Arbeitslosigkeit zu rechnen habe. Denn der Arbeitgeber wollte nur gegen Lohnreduzierungen von umfangreichen Entlassungen Abstand nehmen. Der Arbeitnehmer verstößt daher durch das spätere Nachfordern des Unterschiedsbetrages nicht gegen Treu und Glauben, da in der Zahlung untertariflicher Löhne ein Verstoß gegen die soziale Tendenz des Tarifvertragsrechts liegt, den überwiegenden Einfluß des Arbeitgebers auf die Gestaltung des Arbeitsverhältnisses auszuschalten.

Die Depositenkassen der Großbanken gelten in weitgehendem Umfang zur Abwicklung aller bankmäßigen Geschäfte ermächtigt. (Entscheidung des Reichsgerichts, IV. Zivilsenat, vom 20. Oktober 1927 — IV. 218/27.)

Die Firma U. nimmt die Großbank R. aus nachstehendem Schreiben ihrer Depositenkasse K. vom 9. Februar 1925 in Anspruch: „Hierdurch teilen wir Ihnen mit, daß wir von der Firma I. G. den unwiderruflichen Auftrag erhalten haben, Ihnen am 9. Februar 1925 10 000 Dollars bzw. 42 000, M. nach Ihrer Wahl, ferner am 9. März, 9. April, 9. Mai 1925 je 1260 M. zu zahlen. Wir werden diesen Zahlungsauftrag der Firma I. G. hier am 9. Mai 1925 unwiderruflich an Sie ausführen."

Die Großbank R. lehnt jede Verbindlichkeit aus dem von der Depositenkasse K. getätigten, als Akkreditivausstellung zu bezeichnenden Geschäft ab, da die Angestellten zum Abschluß derartiger Geschäfte nicht ausdrücklich bevollmächtigt gewesen seien, auch habe die Leitung der Bank von dem Abschluß derartiger Geschäfte durch die Depositenkassen keine Kenntnis gehabt, daher auch nicht widersprechen können.

Das Reichsgericht hat mit den Vorinstanzen die Großbank R. aus der Akkreditivausstellung der Depositenkasse K. für verpflichtet erklärt. Die Bankleitung hat sich so verhalten, daß das Publikum nach Treu und Glauben die Bevollmächtigung der Angestellten der Depositenkasse K. zur Eingehung der streitigen Verbindlichkeit annehmen konnte. In ständiger Rechtsprechung wird hier durch eine Haftung des Geschäftsherrn für Handlungen eines Angestellten, die den Rahmen der wirklichen Bevollmächtigung überschreiten, allgemein anerkannt.

Wie gerichtsbekannt ist, haben die Großbanken mit Zentrale in der Innenstadt in allen Stadtteilen Depositenkassen errichtet, mit dem Zweck, das Publikum der Außenbezirke von den dort befindlichen Kleinbankiers abzulenken und die Möglichkeiten zu bieten, Bankgeschäfte bei einer für sicherer geltenden Großbank zu machen, ohne zeitraubende Wege zur Zentrale machen zu brauchen. In öffentlichen Bekanntmachungen, fordern die Großbanken das Publikum zur Abwicklung aller bankmäßigen Geschäfte von den Depositenkassen aus auf. Tatsächlich werden durch diese Depositenkassen täglich die umfangreichsten Bank- und Börsengeschäfte aller Art abgewickelt. Es besteht daher eine allgemeine Verkehrsauffassung, daß die Kundschaft bei den Depositenkassen alle bankmäßigen Geschäfte abwickeln kann. Die Großbank R. kann sich daher nicht darauf berufen, daß Geschäfte, wie das streitige, der Bankleitung oder einer besonderen Akkreditivstelle vorbehalten seien.

Sie kann sich auch nicht damit entlasten, sie hätte von dem Abschluß der betreffenden Geschäfte wegen angeblicher Verheimlichung der Briefkopien keine Kenntnis gehabt, und daher nicht einschreiten können. Dann hat sie in hohem Grade fahrlässig gehandelt, wenn die ihr obliegende Kontrolle so mangelhaft war, daß sie von diesen Geschäften nichts gemerkt hat.

PATENTBERICHT.

Wegen der Vorbemerkung (Erläuterung der nachstehenden Angaben) s. Heft 1 vom 6. Januar 1928, S. 18.

A. Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 1 vom 1. Januar 1928.

Kl. 5 d, Gr. 11. J 26 903. Albert Ilberg, Mörs-Hochstraß. Einrichtung zum Aufnehmen und Fördern von Haufwerk, besonders beim Vortreiben von Strecken in Bergwerken; Zus. z. Pat. 444 654. 19. XI. 25.

Kl. 19 a, Gr. 28. T 30 533. Walter Breakenridge Templeton, Chicago, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW 11. An zwei benachbarten Schwellen ansetzbare Schwellenspreize. 27. VI. 25.

Kl. 20 i, Gr. 34. K 100 412. Knorr-Bremse Akt.-Ges., Berlin-Lichtenberg. Auslösevorrichtung für selbsttätig wirkende Zugsicherungseinrichtungen. 23. VIII. 26.

Kl. 36 d, Gr. 1. Sch 80 622. Hessen-Nassauische Handels-Genossenschaft, eingetragene Genossenschaft mit beschränkter Haftung, Gießen. Nordanlage 7. Lüftungsvorrichtung zur gleichzeitigen Ent- und Belüftung von Räumen. 4. XI. 26.

Kl. 37 b, Gr. 4. C 37 013. The Chatwood Safe Company Limited u. Herbert Stanley Bruckshaw, Bolton, Engl.; Vertr.: A. Elliot, Pat.-Anw., Berlin SW 48. Bewehrungsanlage für Eisenbetonbaukörper. 24. VII. 25. England 2. VIII. 24. u. 4. III. 25.

Kl. 37 b, Gr. 4 C 37 822. The Chatwood Safe Company Limited u. Herbert Stanley Bruckshaw, Bolton, Engl.; Vertr.: A. Elliot, Pat.-Anw., Berlin SW 48. Bewehrungseinlage für Eisenbetonbaukörper; Zus. z. Anm. C 37 013. 3. II. 26. England 12. XI. 25.

Kl. 37 d, Gr. 32. T 32 016. Torkretgesellschaft m. b. H., Berlin W 9, Potsdamer Str. 13. Vorrichtung zum Verhüten des Verstopfens der Spritzgutaustrittstelle bei Mörtelspritzvorrichtungen. 25. VI. 26.

Kl. 42 c, Gr. 37. R 67 824. Dr. Adolf Marcuse, Dahlmannstr. 12, u. Dipl.-Ing. Paul Rinkel, Joachimsthaler Str. 7/8, Berlin-Charlottenburg. Sextant. 9. VI. 26.

Kl. 42 e, Gr. 27. P 53 196. Wilhelm Ponndorf, Kassel, Cölnische Straße 86. Meßvorrichtung für Schüttgut. 1. VII. 26.

Kl. 42 k, Gr. 14. P 51 754. Josua Gabriel Paulin, Stockholm. Vertr.: Dipl.-Ing. A. Demeter, Pat.-Anw., Berlin SW 68; Vorrichtung zur Messung veränderlicher Kräfte. 23. XI. 25.

Kl. 42m, Gr. 36. S 72 929. Washington Sabatini, Oneglia, Ital., Vertr.: Dipl.-Ing. Paul Wangemann u. Dipl.-Ing. B. Geisler, Pat.-Anwälte, Berlin W 57. Vorrichtung zur Berechnung der Abmessungen von Decken, Trägern, Behältern usw. aus Eisenbeton. 11. 1. 26. Italien 13. I. 25.

Kl. 45 a, Gr. 20. M 95 492. Ludwig Meyn, Neuendeich b. Uetersen, Holst. Mit Böschungsfräser ausgerüstete saugbaggerartige Graben-Ausräumemaschine. 29. VII. 26.

Kl. 80 a, Gr. 8. St 41 672. Willy Stein, Wiesbaden, Kleiststr. 21. Mischmaschine für den Straßenbau o. dgl. mit Betonverteiler. 16. X. 26.

Kl. 81 e, Gr. 126. K 102 337. Fried. Krupp Akt.-Ges., Essen a. d. Ruhr. Fördergerät mit schwenkbarem Ausleger. 5. I. 27.

Kl. 84 a, Gr. 6. B 188 863. Maschinenbau-Aktiengesellschaft vormals Starke & Hoffmann, Hirschberg, Schles. Absperrorgan für Rohrleitungen großen Durchmessers. 24. III. 25.

Kl. 85 d, Gr. 1. R 66 316. Emil Rutsatz, Köln a. Rh., Gr. Witschgasse 21. Rohrbrunnenfilterkorb mit trichterförmigen, ineinandergestellten, durch Verbindungsbolzen mit Zwischenraum zusammengeschlossenen Ringen mit gezahnten Mantelflächen. 21. XII. 25.

B. Erteilte Patente.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 1 vom 5. Januar 1928.

Kl. 19 a, Gr. 6. 455 141. Dipl.-Ing. Carl Löbl, Gauting b. München. Querschwelle, bestehend aus zwei getrennten Tragkörpern aus Eisenbeton mit Spurstange. 20. VIII. 24. L 60 997.

Kl. 19 a, Gr. 26. 455 213. Dipl.-Ing. Walter Brewitt, Berlin-Cöpenick, Elseneck 10. Schienenschweißform für aluminothermischen Zwischenguß. 14. IX. 24. B 115 627.

Kl. 19 a, Gr. 28. 454 946. Dipl.-Ing. e. h. Otto Kammerer, Berlin-Charlottenburg, Lyckallee 12, u. Wilhelm Ulrich Arbenz, Berlin-Zehlendorf, Sophie-Charlotten-Str. 11. Schneidwalze f. Gleisrückmaschinen; Zus. z. Zus.-Pat. 371 242. 27. XI. 26. K 101 702.

Kl. 20 f, Gr. 32. 455 105. Ivar Drolshammer, Drammen, Norwegen; Vertr.: Dipl.-Ing. O. Ohnesorge, Pat.-Anw., Bochum. Bremsbeschleuniger; Zus. z. Pat. 451 487. 3. VI. 26. D 50 604.

Kl. 20 i, Gr. 8. 455 186. Joseph Vögele A. G., Mannheim. Rillenschienenweiche. 31. VII. 27. V 22 814.

Kl. 20 i, Gr. 11. 455 187. Demag Akt.-Ges., Duisburg. Stellwerk für Weichen, Gleisbremsen u. dgl. 27. IV. 26. D 50 342.

Kl. 37 d, Gr. 32. 455 163. Adolf Lüders sen., Lüneburg. Vorrichtung zum Halten von Putzleisten. 11. II. 26. L 65 066.

Kl. 81 e, Gr. 63. 455 011. Leipziger Tangier-Manier Alexander Grube Akt.-Ges., Leipzig-Plagwitz. Vorrichtung zum Spritzen von Mörtel und ähnlichen Stoffen breiiger oder teigiger Beschaffenheit. 28. X. 23. L 58 837.

Kl. 81 e, Gr. 90. 455 055. Allgemeine Baumaschinen-Gesellschaft m.b.H., Leipzig, Dittrichring 15. Gießmast f. Beton. 28. II. 26. A 47 130.

Kl. 85 c, Gr. 3. 455 069. Dr.-Ing. Karl Imhoff, Zweigerstr. 57, Dr. Friedrich Sierp, Morsehofstr. 58, u. Franz Fries, Schlüterstraße 11, Essen. Verfahren zur biologischen Reinigung von Wasser und Abwasser in einem mit mechanisch erzeugter Wasserumwälzung arbeitendem Lüftungsbecken. 21. II. 25. J 25 800.

BÜCHERBESPRECHUNGEN.

Stollenbau. Von Dr. jur., Dr.-Ing. E. Randzio. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1927.

Unter Stollen werden nach dem üblichen Sprachgebrauch in erster Linie Gänge unter Tage verstanden, die bei einem Querschnitt von 3—16 m² noch nicht endgültig fertiggestellte Bauten darstellen, also als Hilfsbauten anzusprechen sind. Dann aber auch zählen zu ihnen fertige Bauwerke oder Tunnel kleiner Querschnitte. Vor allem dürfte der Stollenbau in der letzten Bedeutung eine bautechnische Sonderbehandlung, wie sie der Verfasser hier vorlegt, rechtfertigen, da mit dem Ausbau der Wasserkräfte und der Entwicklung der Be- und Entwässerung der Stollenbau ein besonderes Gebiet des Tunnelbaus für die Ingenieure des Eisenbahn- und Wasserbaus sowie des städtischen Tiefbaus geworden ist. In dem Buch wird das von anderer Seite schon vielfach untersuchte Gebiet der Stollen- und besonders der Druckstollenstatik im wesentlichen als bekannt vorausgesetzt, seine Hauptausführungen gelten den Methoden der schwierigen bautechnischen Herstellung von Stollen.

Nach einer systematischen Behandlung der verschiedenen Stollenarten als Hilfsmittel im Tunnelbau wird der Stollen als Dauerbau zur Ent- und Bewässerung und zur Krafterzeugung in seiner Querschnittsform auf seine Zweckmäßigkeit untersucht. Für die Druckstollen wird die Kreisform als die günstigste empfohlen und mit den Erfahrungen bei dem geborstenen Stollen des Ritomkraftwerks der Schweizer Bundesbahnen begründet unter Erläuterung der bekannten, aber bei diesem Stollen zum erstenmal vorgenommenen exakten Dehnungsmessungen.

Im Kapitel über den Vortrieb werden nacheinander behandelt die Vortriebsarten in festem und weichem Gebirge einschließlich Schildvortrieb. Für festen Fels werden die Beziehungen zwischen Stollenquerschnitt, Bohrlochlänge und Sprengwirkung auf eine Gesetzmäßigkeit gebracht, die durch die Erfahrungen gestützt wird. Reiches, im allgemeinen schwer zugängliches Zahlenmaterial über ausgeführte Stollen im Eisenbahn-, Bergwerks- und Wasserbau, das tabellarisch übersichtlich zusammengestellt ist, würde für Wissenschaft und Praxis noch an Wert gewinnen, wenn Schaukurven die Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen den wesentlichen Faktoren im Stollenbau erkennen ließen. Der Mechanisierung der Bohrarbeit werden die Bestrebungen zur Mechanisierung der Schutterung zur Seite gestellt als Mittel zur Erzielung eines möglichst wirtschaftlichen Baubetriebs. Die Vortriebsgeschwindigkeit und damit die Ausbruchskosten in Abhängigkeit vom Stollenquerschnitt werden eingehend und zum Teil in neuartiger Form untersucht. In Kurven werden grundsätzliche Erkenntnisse über dieses Gebiet vermittelt.

Zur Überwindung der Schwierigkeiten im vorläufigen Ausbau mit gleichzeitiger Verschalung für die Herstellung des dauernden Ausbaus von Stollen im losen Gebirge wird das Verfahren von Kunz beschrieben und empfohlen, das im Sinne der im Tunnelbau bekannten Methode von Rziha vorläufigen Ausbau und Rüstung zur Verschalung miteinander verbindet. Im Kapitel über dauernden Ausbau werden Stollen ohne inneren Überdruck, deren Ausbau sich nicht von den im Tunnelbau üblichen Methoden unterscheidet, und Stollen mit innerem Überdruck, also Druckstollen eingehend behandelt. Für diese sind nach kostspieligen Erfahrungen die Voraussetzungen für ihre betriebssichere Herstellung allmählich durchsichtiger geworden. In zahlreichen, aus reicher Erfahrung geschöpften Beispielen wird der heutige Stand im Bau von Druckstollen übersichtlich entwickelt. Da die Vor- und Nachteile der verschiedenen Ausbauarten bis ins einzelne untersucht werden, so erscheint es mir möglich, auch über die Kosten des dauernden Ausbaus sowie über einen Kostenvergleich zwischen Druckstollen und einem in einem gewöhnlichen Tunnel verlegten Druckrohr grundsätzlich in Schaukurven Näheres zu bringen. Es würde eine Bereicherung für eine neue Auflage sein, wenn in dieser Richtung die wissenschaftliche Untersuchung ergänzt würde. Den Schluß bilden Beschreibungen über die Anlage und Bauausführung bedeutender Druckwasserstollen und über die Herstellung schadhaft gewordener Stollen.

Das vom Verlag gut ausgestattete Werk bringt für das auf Erfahrungen sich wesentlich stützende Gebiet des Tunnelbaues eine wertvolle Ergänzung in Form einer einheitlichen Behandlung des gesamten Gebiets des Stollenbaus. Der Bauingenieur findet in ihm ein bisher nicht gebotenes Material über ausgeführte Bauten nach dem neuesten Stande und seine kritische Beurteilung durch einen Fachmann. In der wissenschaftlichen Verarbeitung dieses Materials könnte in einer neuen Auflage noch manches Wertvolle für das Wissensgebiet des Stollenbaus gewonnen werden. Wenn ich die Ausfüllung dieser Lücke empfehlen möchte, so soll damit nicht das besondere Verdienst des Verfassers um eine erste geschlossene und bautechnisch durchaus erschöpfende Behandlung des Stollenbaus, wie er heute vom Ingenieur verstanden werden muß, geschmälert werden, sondern eine Anregung zur weiteren Vertiefung dieses Gebiets auf allgemeiner Grundlage gegeben werden.

Dr. Pirath.

Neuere Methoden zur Statik der Rahmentragwerke. Von A. Strassner. Dritte neubearbeitete Auflage. 2. Bd. Der Bogen und das Brückengewölbe. Verlag von Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin 1927. Geh. RM. 12,—.

Dem Buch ist in wenigen Jahren nach der zweiten die dritte Auflage beschieden gewesen. Es hat damit den besten Beweis für seine Brauchbarkeit in einem großen Kreise der Fachgenossen erbracht. Der Verfasser behandelt zunächst die Theorie des elastisch eingespannten Bogens in sehr ausführlicher Weise. Die Untersuchung wird im wesentlichen mit Hilfe eines statisch unbestimmten Hauptsystems durchgeführt. Damit wird ein Ansatz gewählt, wie ihn zuerst M. Ritter, Zürich, für derartige Rechnungen vorgeschlagen hat. Die Berechnung des Hauptsystems wird durch Anwendung der Festpunkte vereinfacht. Die Vorzüge dieser Berechnung kommen namentlich bei der Bildung der Schnittkräfte und deren Einflußlinien zur Geltung.

Die Ergebnisse der theoretischen Betrachtungen werden zur Untersuchung des Brückengewölbes verwendet, dessen Form als Kettenlinie angenommen wird. Die für die Formänderungen des Hauptsystems abgeleiteten Ausdrücke werden dann integrabel und lassen sich für ausgezeichnete Leitwerte, die die Art des Entwurfs beschreiben, auswerten. Sie werden dazu verwendet, auch die Einflußlinien der wichtigsten Momente in Tabellen anzugeben. Dieser Teil des Buches ist nach meiner Auffassung der wertvollste und recht dazu geeignet, die Entwurfsarbeit abzukürzen und zu erleichtern.

Die Grundlagen der Theorie sind außerdem zu einem besonderen Abschnitt zusammengefaßt worden, der zum Entwurf von Brückengewölben anleitet und durch gute Rechenbeispiele erläutert wird. Das Buch schließt mit der Untersuchung der durchgehenden Bogenstellung. Auch hier wird auf die bekannte Näherung zurückgegriffen, bei der nach M. Ritter die Verdrehung des Stützenkopfes gegenüber dessen Verschiebung vernachlässigt wird. Die Berechtigung dieser Näherung läßt sich am einfachsten durch Einführung dieser Verdrehung als Parameter der strengen Lösung nachweisen.

Das Buch des Verfassers ist in der Behandlung des Themas sehr vielseitig, ohne es allerdings auch in den für die Anwendung wichtigen Gesichtspunkten zu erschöpfen. Dafür scheint mir eine Kürzung des ersten Teiles möglich zu sein, ohne das Verständnis zu schmälern. Trotzdem sollen die Bemühungen des Verfassers ausdrücklich anerkannt werden, den Fachgenossen ein Buch zu übergeben, das den Bedürfnissen des Bauwesens dient und die Bearbeitung von Vorentwürfen von Gewölben erheblich erleichtert. Es wird daher auch in seiner dritten Auflage den Beifall zahlreicher Fachgenossen finden.

Beyer.

MITTEILUNGEN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR BAUINGENIEURWESEN.

Geschäftsstelle: BERLIN NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27 (Ingenieurhaus).
Fernsprecher: Zentrum 152 07. — Postscheckkonto: Berlin Nr. 100 329.

Über Bestimmung von Spannungszuständen in elastischen Körpern mit Hilfe von Versuchsmodellen.

Vor der Ortsgruppe Brandenburg der D. G. f. B. sprach Herr Reichsbahnrat Dr.-Ing. Rudolf Bernhard vom Eisenbahnzentralamt Berlin am 25. Januar des Jahres im Ingenieurhaus, Berlin NW 7, über den obigen Gegenstand. Der Vortrag gelangt in diesem Heft, S. 127 bis 132 zum Abdruck. Mit Rücksicht auf den Raum kann die Aussprache zu diesem Vortrag hier nur gekürzt veröffentlicht werden.

Hr. Ing. Rieckhof, Darmstadt, warf zunächst die Frage auf: Welche von den im Vortrage behandelten Systemen liefern grundsätzlich für alle möglichen Stabsysteme richtige Ergebnisse? Diese Frage ist dahin zu beantworten, daß das Verfahren von Beggs und der Nupubest grundsätzlich richtige Ergebnisse liefern. Dagegen ergibt der Continostat unter gewissen Bedingungen Fehler, die nicht in Ungenauigkeiten wurzeln. Für den durchlaufenden Balken auf beliebig vielen Stützen liefert der Continostat indessen sehr genaue Ergebnisse. Ein Hauptunterschied zwischen den Verfahren von Rieckhof und Beggs liegt in der Größe der angewandten Verschiebungen. Das Nupubestverfahren wendet endliche Verschiebungen an, während Beggs Verschiebungen verwendet, die als sehr klein zu betrachten sind. Als Grund dafür wird angegeben, daß die Gesetze der Statik nur dann

Gültigkeit haben, wenn sich die Verformungen im unendlich Kleinen halten. Tatsächlich treten, wenn die Verformungen endlich sind, wie es bei den Stahlstabsystemen der Fall ist, Fehler auf, die 25% und noch mehr betragen können. Um diesen Fehler auszugleichen, wird er nicht errechnet, sondern das System wird im entgegengesetzten Sinne verbogen. Dann tritt ungefähr derselbe Fehler auf, aber mit umgekehrtem Vorzeichen. Die Vorzüge der endlich großen Verschiebung gegenüber der unendlich kleinen Verschiebung treten darin zutage, daß der tatsächliche Verlauf der Kräfte mit bloßem Auge sichtbar ist. Der Verlauf der Kräfte über das ganze System ist beim Verfahren von Beggs nicht zu sehen. Das Verfahren von Beggs hat den Vorteil, daß man z. B. Vouten leicht nachbilden kann. Es fragt sich nur, ob das mit dem Papp- oder Zelluloidmodell nachgebildete System nur formgleich oder auch wirkungsgleich ist. Beim Verfahren von Beggs sind eine größere Zahl von Einstellungen mit dem Mikroskop notwendig, um den Verlauf der Einflußlinie zu bestimmen. Dazu braucht man eine Reihe von Mikroskopen. In vielen Fällen kann man beim Verfahren von Rieckhof die Einflußlinie als Biegelinie behandeln; elastische Nachgiebigkeit und Temperaturspannungen kann man dadurch ersetzen, daß man eine elastische Änderung durch ein festes Glied annimmt. Diese Änderung der Einflußlinie kann man als Biegelinie auffassen, die durch die elastische Änderung hervorgerufen ist.

Hr. Oberreg.- und Baurat Brauer, Berlin, führte aus, daß er sich bisher nur mit dem Nupubest und dem Continostat praktisch beschäftigt und gefunden habe, daß sich mit dem Nupubest leicht arbeiten läßt. Man kann besonders Rahmen gut nachbilden und dabei die im Bauwerk vorliegenden Auflagerbedingungen, Einspannungen und Gelenke wirken lassen. Besonders bedeutungsvoll ist es, daß diese Verfahren eine experimentelle Kontrolle gestatten. Ist z. B. die Untersuchung nach dem Biegelinienverfahren durchgeführt worden, so kann man die Richtigkeit mittels Einflußlinie prüfen und umgekehrt. Hierdurch hat man ein Mittel an der Hand zu erkennen, ob die experimentelle Lösung keine Fehler aufweist. Dies hat die Staatliche Preußische Prüfungsstelle für statische Berechnungen bewogen, eine Zulassungsbestimmung mit Richtlinien herauszugeben. Es ist also schon jetzt möglich, statische Berechnungen experimentell durchzuführen und die gewonnenen Ergebnisse bei der Baupolizei unter Beachtung der vorgeschriebenen Bestimmungen einzureichen. In der Praxis wird aber noch wenig Gebrauch davon gemacht. Jedoch ist der Zeitgewinn sehr erheblich. Es ist zu wünschen, daß das experimentelle Verfahren häufiger angewendet wird, um dabei auch weitere Erfahrungen sammeln zu können.

Hr. Reg.- und Baurat Dr.-Ing. Herbst, Berlin, riet dazu, den neuen Verfahren möglichst objektiv und vorurteilsfrei gegenüberzutreten, die Entwicklung erst abzuwarten, ehe man abschließend urteilt. Beim Großkraftwerk Klingenberg hat man für einen großen Laufkran, für dessen Tragwerk ein Vierendeelsystem gewählt worden war, mit dem Nupubest-Apparat die Rechenarbeit, zu der vorher Monate erforderlich waren, in ganz kurzer Zeit durchführen können. Ob man diesen Apparat allgemein bei Behörden und Gesellschaften zum Entwurf und zur Prüfung anwenden wird, kann man nicht sagen, da die genügend vorgebildeten Personen nicht ohne weiteres vorhanden sind, die mit dem Apparat erfolgreich arbeiten können. Das Verfahren von Beggs scheint zu schwierig zu sein, das von Gottschalk nicht vielseitig genug. Im übrigen soll man den Bauwerken Systeme zugrunde legen, die statisch klar sind und weniger Rechenarbeit erfordern.

Hr. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.-Ing. Hertwig, Berlin, hielt besonders den Nupubest-Apparat für die Aufstellung von Kostenanschlägen geeignet, da man sich nach diesem Verfahren leicht und schnell ein Bild über eine Konstruktion machen kann. Wenn der Apparat trotzdem bisher wenig Eingang gefunden hat, so liegt das wohl daran, daß die Besteller eines Bauwerkes eine Urkunde über den tatsächlichen Rechenvorgang zur Hand haben wollen. Bei experimenteller Durchführung der Berechnung ist bei einer späteren Auseinandersetzung schwer nachzuweisen, wo die Fehler gemacht worden sind. Das wesentliche ist die einfache Anwendung der Apparate. Es ist noch nicht an der Zeit, über ihren Wert zu urteilen. Der Apparat von Gottschalk ist in seiner Anwendbarkeit zu sehr beschränkt; heute ist der durchlaufende Balken zu einfach zu berechnen, als daß dafür noch ein besonderer Apparat erforderlich ist. Der Beggssche Apparat ist allerdings kompliziert. Man braucht bei ihm aber nicht immer die Einflußlinien zu bestimmen, da er für das Prinzip der virtuellen Verrückungen ein System von Verschiebungen liefert; durch Aufstellen einer Arbeitsgleichung erhält man die Ergebnisse. Der Bauingenieur, der heute viel zu viel mit hochgradig statisch unbestimmten Systemen rechnet, kann sich durch Verwendung solcher Apparate den Rechenvorgang erheblich vereinfachen, da er durch den Versuch feststellen kann, welche Größen einfach vernachlässigt werden können. Nach dem Verfahren mit dem kreisförmig polarisierten Licht hat Hönigsberg zusammen mit der Firma Zeiß in Jena schon vor vielen Jahren Versuche gemacht; Coker ist es gelungen, die verschiedenen Spannungen im polarisierten, verschiedenfarbigen Licht zu zeigen. Höchst eindrucksvoll ist der Nachweis von der Richtigkeit des St. Venantschen Ansatzes; dies bedeutet eine große Sicherung für die Rechnung.

Hr. Ministerialrat Busch, Berlin, begrüßte es, daß man sich jetzt bei Berechnungen, die man bei der Baupolizei einreichen will, auf derartige Verfahren stützen kann und stellte die Frage, ob für den Gebrauch der Apparate besondere statische Bürokräfte erforderlich sind und ob man sich erst eine geraume Zeit mit den Apparaten einarbeiten muß.

Auf diese Frage erwiderte Herr Reg.- und Baurat Dr.-Ing. Herbst, daß sich im allgemeinen ein Herr ausschließlich mit diesen Apparaten abgeben muß und daß mechanisches Einarbeiten und statisches Verständnis unter allen Umständen erforderlich sind.

Hr. Ministerialrat Busch teilte mit, daß von der D. G. f. B. alles versucht worden sei, die Aussprache recht vielseitig und fruchtbar zu gestalten. Besonders war die Gegenwart der Erfinder der einzelnen Systeme sehr erwünscht. Wegen der großen räumlichen Entfernungen der Wohnorte der einzelnen Erfinder mußte aber hierauf verzichtet werden. Nur Hr. Rieckhof konnte sein Verfahren selbst erläutern. Die Verfahren von Beggs und Coker wurden durch den Vortragenden des Abends selbst vertreten.

Hr. Ing. Rieckhof antwortete auf eine Frage von Hrn. Direktor Schmuckler betreffend die Anwendbarkeit des Nupubestverfahrens für die Untersuchung von Gitterträgern, bei denen die Trägheitsmomente sehr verschieden sind, daß dieselben rechnerisch festgestellt werden müssen. Auf die Anfrage von Hrn. Dipl.-Ing. Baer, Berlin, betreffend Untersuchung von Raumfachwerken mit dem Nupubestapparat erklärte Hr. Ing. Rieckhof, daß die Schwierigkeiten dabei weniger in der Nachbildung des Raumfachwerkes als in dem Messen der Verformungen bestehen. Für die mechanische Durchführung des Verfahrens ist unter Umständen ein theoretisch durchgebildeter Herr weniger geeignet, da er praktisch häufig eine etwas schwere Hand haben kann. Im übrigen bereiten die Apparate in ihrer praktischen Anwendung keine Schwierigkeiten, da sie sehr einfach sind.

Hr. Ministerialrat Busch hob folgende Vorteile der Modellverfahren besonders hervor: Man kann mit ihnen sowohl bei der Vorbereitung der Entwürfe als auch bei der Nachprüfung von Rechnungsergebnissen viel Zeit sparen. Die Verwendung der Apparate für den Unterricht zur Veranschaulichung der statischen Vorgänge ist recht zu begrüßen; den Studierenden kann durch Vorführung dieser Geräte in der Vorlesung das Verständnis der Statik sehr erleichtert werden.

Hr. Ing. Rieckhof berichtete darauf von der Verwendung des Nupubest-Apparates an Technischen Hoch- und Mittelschulen des In- und Auslandes.

Hr. Ministerialrat Busch bedauerte sodann, daß die Aussprache die Frage der praktischen Verwendbarkeit der Apparate noch nicht klären konnte und gab der Hoffnung Ausdruck, daß es möglichst bald einmal gelingt, eine neue Aussprache zustande zu bringen, sobald mehr praktische Erfahrungen vorliegen.

Hr. Reichsbahnrat Bernhard teilte noch mit, daß die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahngesellschaft den Apparat von Beggs auf Grund praktischer Erfahrungen mit allen drei mechanischen Verfahren als für ihre Zwecke brauchbar befunden habe und dieser Apparat bei den Brückendezernaten der Reichsbahndirektionen verwendet wird. Man kann mit ihm alle unbegrenzt vielfach statisch unbestimmten Systeme berechnen. In Zelluloid ist alles nachzubilden, also auch Gitterträger mit verschiedenen Trägheitsmomenten der Einzelstäbe. Das Arbeiten mit dem Mikroskop bietet gar keine besonderen Schwierigkeiten, wenn man einmal daran gewöhnt ist; jedoch ist für jeden Apparat eine längere Einarbeitungszeit erforderlich. Um Zeit zu gewinnen, müssen mehrere Mikroskope für jeden Beggsschen Apparat vorhanden sein. Es ist Beggs sogar gelungen, räumliche Gebilde, z. B. ein schiefes Gewölbe zu untersuchen. Derartige Gebilde sind kaum mit anderen Methoden zu erfassen und setzen einer genauen theoretischen Berechnung große Schwierigkeiten entgegen.

Nach Schluß der Versammlung wurde der Rieckhofsche Apparat noch an Rechnungsbeispielen praktisch vorgeführt.

Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Förderwesen.

Die Mitglieder der D. G. f. B., die das Förderwesen in ihrem Betrieb auf seine Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit hin beobachten und untersuchen, werden darauf hingewiesen, daß der Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF) im Jahre 1926 Richtlinien für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Förderwesen herausgegeben hat. Die damalige Fassung dieser Richtlinien wurde nur als vorläufige betrachtet. Jetzt sollen die Richtlinien auf Grund der Erfahrungen, die inzwischen gemacht worden sind, eine endgültige Fassung erhalten. Herren, die sich mit solchen Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen abgeben oder die Absicht dazu haben, wollen sich mit dem Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung, Berlin NW 6, Luisenstr. 58 in Verbindung setzen.

Fortbildungslehrgang des Deutschen Archivs für Siedlungswesen.

Wie bereits in den Wirtschaftlichen Mitteilungen in der Zeitschrift „Der Bauingenieur" 1928, Heft 6, S. 105 angekündigt worden ist, veranstaltet das Deutsche Archiv für Siedlungswesen E. V. in der Zeit vom 5. bis 10. März 1928 in Berlin einen Fortbildungslehrgang über „Das deutsche Siedlungswesen in Stadt und Land". Der Lehrgang findet im Hörsaal 120 der Technischen Hochschule in Charlottenburg statt. Nähere Auskunft erteilt das Deutsche Archiv für Siedlungswesen e. V., Berlin NW 6, Luisenstr. 27/28, Fernspr. Norden 3850. Wenn sich eine bestimmte Zahl von Mitgliedern der D. G. f. B. beteiligt, steht eine beschränkte Anzahl um 10 Mark im Preise ermäßigter Teilnehmerkarten zur Verfügung (statt 50 Mark sind 40 Mark zu zahlen). Wir bitten Mitglieder, die Interesse haben, an dem Kursus teilzunehmen, uns dies mitteilen zu wollen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Geheimrat Dr.-Ing. E. h. M. Foerster, Dresden. — Verlag von Julius Springer in Berlin W.
Druck von H. S. Hermann & Co., Berlin SW 19, Beuthstraße 8.